



**Universidade de
Aveiro**
2016

Departamento de Engenharia Mecânica

**Pedro Manuel
Lopes Parreira**

**Sistema de apoio à monitorização e gestão
centralizada do consumo de energia em
instalações distribuídas**



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Mecânica
2016

**Pedro Manuel
Lopes Parreira**

**Sistema de apoio à monitorização e
gestão centralizada do consumo de
energia em instalações distribuídas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica do Doutor Nelson Amadeu Dias Martins, professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente

Professora Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho
Professora auxiliar do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Vogais

Mestre Miguel da Silva Oliveira
Assistente convidado do departamento de Economia, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro (Arguente Principal)

Professor Doutor Nelson Amadeu Dias Martins
Professor auxiliar do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro (Orientador)

**Agradecimentos /
Acknowledgements**

Dedico este trabalho a todos os familiares e amigos que acreditaram na conclusão com sucesso desta etapa da minha vida e que deram bastante apoio na fase final deste percurso académico.

Agradecer especialmente aos meus pais por proporcionarem estes anos de aprendizagem.

Agradeço ao meu orientador Nelson Martins pela disponibilidade e pela ajuda na conclusão deste trabalho.

palavras-chave

Eficiência energética; auditorias energéticas; relatórios de execução e progresso; poupança; sistema gestão de energia

resumo

Os sistemas informáticos de apoio à melhoria de eficiência energética têm vindo a assumir um papel preponderante na redução de consumos energéticos nas empresas e, conseqüentemente, na redução de emissões de gases de efeito de estufa. Neste seguimento, procedeu-se à comparação de vários sistemas informáticos e constatou-se a sua limitada adaptação à legislação portuguesa assim como às características de cada organização. Usando a linguagem *Visual Basic* da plataforma *Visual Studio*, elaborou-se um sistema que visa facilitar o processo de melhoria de eficiência energética numa dada organização, através do tratamento de dados, cálculo de indicadores energéticos e elaboração de relatórios, tendo como constrangimento de partida os requisitos da legislação portuguesa, nomeadamente aquela associada à implementação do SGCIE. A aplicação informática proposta foi testada num caso de estudo, ainda que com dados fictícios, tendo-se demonstrado deste modo a sua adequação ao objetivo inicialmente estabelecido.

keywords

Energy efficiency; energy audits; progress and implementation reports; savings; energy management system

abstract

Computer systems to support energy efficiency improvement have been playing a leading role in reducing energy consumption in companies and consequently reducing greenhouse gas emissions. In this section, several computer systems were compared and their limited adaptation to the Portuguese legislation as well as to the characteristics of each organization. Using the Visual Basic language of the Visual Studio platform, a system was developed to facilitate the process of improving energy efficiency in a given organization, through data processing, calculation of energy indicators and reporting. Portuguese legislation, namely that associated with the implementation of the SGCIE. The proposed computer application was tested in a case study, albeit with fictitious data, thus demonstrating its adequacy to the initially established objective.

Conteúdo

Lista de Tabelas	iii
Lista de Figuras	v
Lista de Acrónimos	vii
1. Introdução	1
1.1. Nota Introdutória	1
1.2. Enquadramento	1
1.3. Objetivo	2
1.4. Revisão Bibliográfica	3
1.4.1.Descrição geral de sistema de gestão de energia	3
1.4.1.1.Gestão de Consumos Energéticos	3
1.4.1.2.Monitorização de Planos de Racionalização de Energia	4
1.4.2.Sistemas informáticos existentes no mercado	5
1.4.2.1.Software internacional dedicado à indústria	5
1.4.2.2.Software Português dedicado à indústria	6
1.4.2.3.Software dedicado a edifícios de serviços e Residenciais	6
1.4.3.Análise comparativa dos sistemas estudados	7
1.4.3.1.Funcionalidades comuns	8
1.4.3.2.Especificidades	9
1.4.3.3.Limitações	9
1.5. Síntese do Capítulo (estado da arte)	10
1.6. Contribuição da dissertação	11
1.7. Estrutura do documento	11
2. Gestão de Energia e Eficiência Energética	13
2.1. Introdução	13
2.2. Metas Europeias	13
2.3. Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética – PNAEE	14
2.4. Plano Nacional de Ação para a Energia Renovável – PNAER	15
2.5. ISO 50001	16
2.5.1.O que é a ISO 50001?	16
2.5.2.Ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act)	17
2.6. Legislação em vigor em Portugal	18
2.6.1.A indústria	18
2.6.1.1.Sistema de Gestão dos Consumidores Intensivos de Energia – SGCIE	18
2.6.1.2.CIE com consumo maior ou igual a 1000 tep/ano	22
2.6.1.3.CIE com consumo entre 500 e 1000 tep/ano	23
2.6.1.4.Empresas Não Pequenas e Médias Empresas	24
2.6.1.5.Adesão Voluntária	Erro! Marcador não definido.
2.7. Os Edifícios	25
2.8. Os Transportes	25
2.9. Síntese do Capítulo	26
3. Conceção e Desenvolvimento de um SGE	27
3.1. Introdução	27
3.2. Plataformas de apoio ao desenvolvimento de software	27
3.3. Requisitos funcionais de um SGE	27
3.4. <i>Design</i> gráfico	28
3.5. Banco de Dados	29
3.6. Monitorização de consumo, emissões e produção	30
3.7. Produção automática de Relatórios	31
3.8. Cálculo de indicadores de acordo com a legislação	31
3.9. Calendarização de tarefas	32
3.10. Síntese do capítulo	32
4. Caso de Estudo	33
4.1. Introdução	33
4.2. Aplicação do sistema ao caso real	33
4.2.1.Empresa industrial	33

4.2.2. Empresa de transportes	35
4.3. Síntese do capítulo	36
5. Conclusões e perspectivas futuras.....	37
5.1. Conclusões.....	37
5.2. Trabalho futuro	38
Referências Bibliográficas	39
Anexo 1 – Manual de utilizador	41
Anexo 2 – Tipos de combustíveis.....	53
Anexo 3 - Possíveis Medidas de Eficiência Energética	57
Anexo 4 - Exemplo de Relatório de Execução e Progresso	65
Relatório de Execução e Progresso (REP).....	67

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação dos vários sistemas[18]	8
Tabela 2 - Tabela de resumo dos indicadores energéticos.....	31
Tabela 3 - Consumos energéticos do exemplo de empresa para o ano de 2012	34
Tabela 4 - Comparação entre 2012 e 2020 da empresa exemplo1.....	34
Tabela 5 - Consumos Energéticos da empresa de transportes para o ano de 2012	35
Tabela 6 - Comparação entre os anos de 2012 e 2015 da empresa de transportes	36

Lista de Figuras

Figura 1 - Consumo energético: total e por alguns produtos energéticos – Portugal (Fontes/Entidades: INE, PORDATA).....	4
Figura 2 - Metas Europeias.....	14
Figura 3 - Meta do PNAEE 2016 e 2020.....	15
Figura 4 - Evolução prevista do consumo final bruto de energia (ktep).....	16
Figura 5 - Ciclo de Deming ou de Shewart	17
Figura 6 - Ciclo PDCA melhorado	18
Figura 7 - N° de registos e Escalão de consumo	19
Figura 8 - Registos no SGCIE por distrito.....	19
Figura 9 - Fluxograma do sistema informático desenvolvido nesta dissertação.....	28

Lista de Acrónimos

GJ	GigaJoule
LEAP	Long Range Energy Alternatives Planning System
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para a Energia Renovável
PREN	Planos de Racionalização de Energia
PPEC	Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica
FPC	Fundo Português de Carbono
PME	Pequenas e Médias Empresas
VAB	Valor Acrescentado Bruto
PEE	Plano de Eficiência Energética
FEE	Fundo de Eficiência Energética
IE	Intensidade Energética
CE	Consumo Específico
IC	Intensidade Carbónica
tep	Toneladas Equivalentes de Petróleo

1. Introdução

1.1.Nota Introdutória

Este documento inicia-se com uma contextualização sobre um dos problemas da sociedade atual, os elevados consumos energéticos e as ações da Europa e, particularmente, de Portugal para os contrariar. Seguidamente, são apresentados os objetivos que se propuseram na realização desta dissertação. Este capítulo continua com uma descrição geral dos sistemas de gestão de energia e quais os sistemas informáticos que existem no mercado, bem como, uma comparação entre eles e o sistema desenvolvido na realização desta dissertação. Finaliza-se o capítulo com um resumo do mesmo e com a apresentação da contribuição desta dissertação para a problemática apresentada.

1.2.Enquadramento

Desde sempre que o Homem recorreu à Natureza para satisfazer as suas necessidades energéticas. Numa primeira fase, essa necessidade era satisfeita através da queima de combustíveis fósseis (carvão/petróleo/gás) e atualmente, por exemplo, através do recurso às energias renováveis. No entanto, emerge uma necessidade de atender à poluição da atmosfera terrestre, assim, diversas estratégias foram delineadas no sentido de combater esta problemática. Em 2007, o Conselho Europeu adotou uma Estratégia Europeia para a Energia e Alterações Climáticas, através do modelo PRIMES¹, que visa alcançar uma redução de, pelo menos, 20% das emissões de gases com efeito de estufa até 2020, relativamente aos níveis de 1990, e uma redução de 30% até 2020, sob reserva da conclusão de um acordo internacional global sobre as alterações climáticas e um objetivo obrigatório de 20% de energias renováveis para a União Europeia, em 2020, que incluía 10% de biocombustíveis. Estas metas Europeias «20–20–20» ainda estabeleceram para cada estado membro uma redução no consumo da energia primária e um aumento na taxa de energias renováveis [1].

O PNAEE² 2016 e o PNAER³ 2020 aparecem assim com os objetivos principais de cumprir os compromissos assumidos por Portugal, aumentar a eficiência energética da economia e ainda contribuir para o aumento da competitividade da economia, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica.[2]

Na área da Indústria, o PNAEE 2016 dá continuidade ao programa Sistema de Eficiência Energética na Indústria e outros setores, com particular incidência na revisão

¹ PRIMES é um modelo que simula uma solução de equilíbrio de mercado para a procura e disponibilidade da energia nos estados membros da União Europeia.

² Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

³ Plano Nacional de Ação para a Energia Renovável

do SGCIE. As medidas no setor industrial incidem sobre a implementação do SGCIE, nomeadamente através do potencial de economias de energia constantes dos PREN e que resultam da execução de auditorias energéticas obrigatórias. Pretende-se igualmente melhorar a monitorização da implementação das medidas de eficiência energética através da utilização de protocolos de medição e verificação. A revisão do SGCIE tenciona ainda dinamizar a adesão das empresas às normas europeias sobre sistemas de gestão de energia (ex. ISO 50001).

Os sistemas informáticos são uma ferramenta cada vez mais usada nas indústrias para monitorização e gestão de energia e apesar de existirem aplicações disponíveis no mercado, por norma, estas não estão adaptadas às particularidades da regulamentação nacional nem estão direcionadas para atuarem para um grupo de organizações. Assim sendo, pretende-se proporcionar uma forma de facilitar o trabalho de quem gere a energia dessas organizações.

1.3.Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema informático de apoio à gestão de energia e à implementação de planos de racionalização de energia em organizações com múltiplas instalações e especialmente adaptado às exigências/metodologias do SGCIE.

Tenciona-se estudar vários softwares de apoio à gestão de energia para que posteriormente, seja feito o levantamento das mais valias e limitações de cada um e assim perceber em que medida o software produzido se diferencia dos demais.

Deste modo o sistema a desenvolver será concebido da forma a constituir uma solução genérica e versátil, com capacidade de rápida configuração para qualquer empresa industrial (e mesmo de serviços) operando na União Europeia. O software a desenvolver deve: ser versátil para se adaptar a vários tipos de organizações, gerir tarefas agendadas pelo utilizador, avaliar progressos energéticos, emitir alertas e alarmes de aviso de irregularidades (por exemplo, informar os meses em que se gastou mais energia que a média habitual da organização), emitir relatórios, adaptar-se à legislação portuguesa para os diferentes tipos de organizações e ainda e não menos importante ser de fácil utilização.

Na sequência do primeiro objetivo, será elaborado um manual de instalação, manutenção e utilização do sistema informático de gestão de Energia que contará como ferramenta de apoio ao utilizador na implementação do sistema.

1.4.Revisão Bibliográfica

1.4.1. Descrição geral de sistema de gestão de energia

Um sistema de gestão de energia é um conjunto de ferramentas que tem o propósito de monitorizar, controlar e otimizar os gastos energéticos de uma organização.

A norma ISO 50001⁴ estabelece os requisitos que um sistema de gestão de energia necessita para ajudar uma organização a melhorar o seu desempenho energético, aumentar a sua eficiência energética e diminuir os impactos ambientais sem com isso afetar a sua produtividade. Esta norma criada pela ISO⁵ é criada com o intuito de auxiliar as organizações a alcançar as metas Europeias a que se propuseram.[3]

A implementação de um sistema de gestão de energia apresenta vantagens que assentam fundamentalmente em aspetos económicos e ambientais. Isto é, com a implementação de um sistema de gestão de energia é possível reduzir a fatura energética das organizações; aumentar a produtividade das organizações; aumentar a competitividade nos mercados internos e externos; conhecer de forma aprofundada as instalações e o custo energético dos processos; contribuir para uma melhoria na imputação dos custos operacionais e consequente planeamento de custos; contribuir para a redução dos impactos negativos decorrentes do consumo de energia, incluindo a redução de gases com efeitos de estufa e reduzir a exposição das entidades a fatores externos.

A implementação de um sistema de gestão de energia pode ou não ser auxiliado por sistemas informáticos, mas é inevitável reconhecer a utilidade que advém das potencialidades destes softwares.

1.4.1.1. Gestão de Consumos Energéticos

Segundo a PORDATA, base de dados de Portugal contemporâneo, houve uma diminuição do consumo de energia de cerca de 22GJ no período compreendido entre 1995 e 2013, i.e., existiu um decréscimo de um consumo de 729.177.921 GJ para 707.068.654 GJ como está demonstrado na figura 1, sendo também visível que o pico de consumo de energia ocorreu em 2005. Com os dados presentes no gráfico da figura 1 ainda é possível verificar que a preocupação com os consumos energéticos tem vindo a aumentar e com ela uma maior eficiência energética e um menor consumo de energia. Também é de salientar que de entre os vários combustíveis, o gasóleo é o mais consumido em Portugal, em grande parte devido à indústria de transportes e aos transportes de particulares.

⁴ Ver capítulo 2.5

⁵ Organização Internacional de Padronização

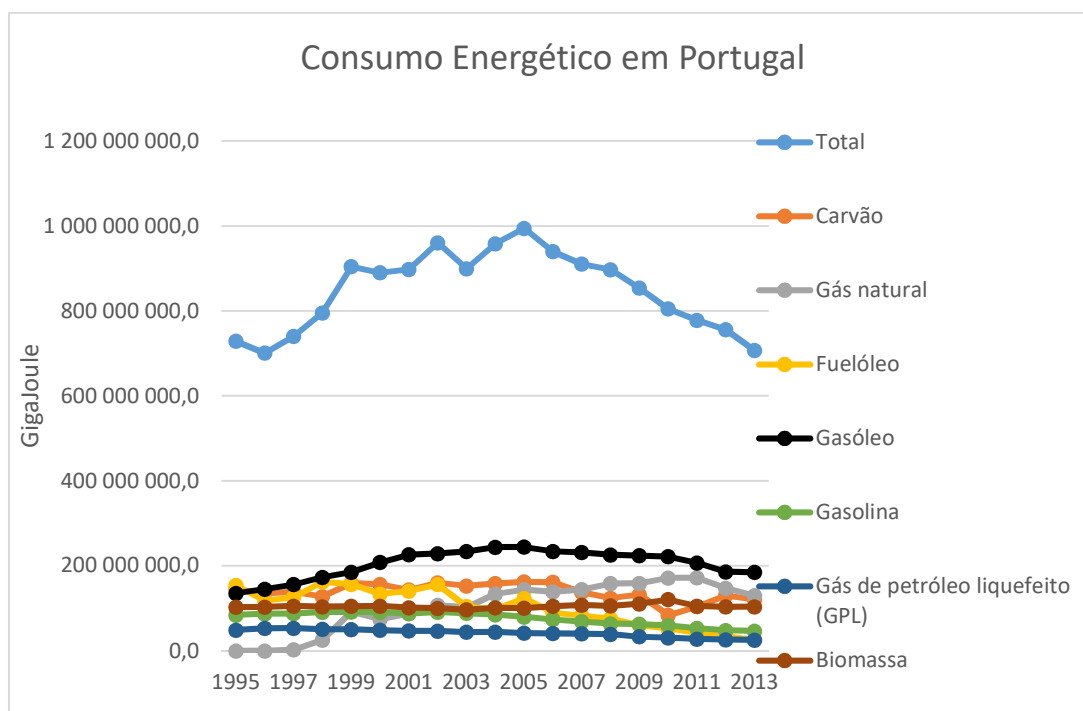


Figura 1 - Consumo energético: total e por alguns produtos energéticos – Portugal (Fontes/Entidades: INE, PORDATA)

A gestão de consumos energéticos de uma organização engloba muitos tipos de combustíveis como é mostrado no Anexo 2. Todos estes combustíveis podem ser convertidos em eletricidade, seja através de grandes centrais elétricas, seja por pequenas unidades de geração de eletricidade. A eletricidade é a forma de energia mais usada nas organizações para a produção de algo útil, seja trabalho ou apenas iluminação. [4][5]

1.4.1.2. Monitorização de Planos de Racionalização de Energia

A elaboração de Planos de Racionalização de Energia é de carácter obrigatório em várias organizações⁶ e por isso, a existência de um apoio na sua realização e monitorização revela-se essencial para o sucesso da mesma. As medidas que podem ser implementadas num plano de racionalização são muitas, sendo aplicável para cada tipo de organização medidas diferentes⁷, como por exemplo numa indústria uma das medidas a aplicar pode ser a aquisição de um novo motor mais eficiente para uma dada máquina, no entanto numa organização de serviços esse tipo de medida não é aplicável.

A recolha de dados para posterior monitorização dos consumos energéticos é feita através de *hardware* específico para cada tipo de energia, por exemplo pode ser usado um analisador de energia para recolher os consumos energéticos e ainda analisar a qualidade da energia fornecida pela rede.

Após a recolha dos consumos energéticos pode ser usado um software de gestão de energia para comparação dos dados recolhidos com o histórico de dados anteriores ou

⁶ Ver Cap. 2.6

⁷ Ver Cap.1.7

para observar se os objetivos dos planos de racionalização estão a ser cumpridos. Em sistemas tecnologicamente mais avançados o *hardware* de recolha de dados comunica diretamente com o software de gestão de energia obtendo-se assim uma monitorização a tempo real do consumo de energia.

1.4.2. Sistemas informáticos existentes no mercado

Cada vez é mais vasta a oferta do mercado no que toca a sistemas informáticos de gestão de energia, sendo todos diferentes, mas todos com o objetivo de melhorar a eficiência energética das organizações. Existem sistemas focados em várias áreas, desde empresas de transportes, os diferentes tipos de indústrias e ainda edifícios residenciais e de serviços.

Dividiu-se os diferentes *softwares* em dois grupos, os dedicados à indústria e os dedicados a serviços e residências. Em cada um desses grupos fez-se a divisória entre programas portugueses e estrangeiros de modo a comparar o produto nacional com o internacional. De seguida foi escolhida uma empresa de cada tipo referido anteriormente para representar cada grupo.

Nas organizações de transportes é o software de gestão de frota que monitoriza também o consumo de combustíveis, não havendo assim sistemas dedicados exclusivamente à gestão de energia, ainda assim, pela pesquisa efetuada, esses softwares não calculam os indicadores energéticos referentes à legislação portuguesa.

1.4.2.1. Software internacional dedicado à indústria

O *software Power Monitoring Expert 8.1* é o mais recente sistema informático criado pela Schneider. Está dividido em três componentes: aplicações de monitorização, aplicações de gestão e ainda aplicações de programação. Este sistema informático destina-se essencialmente a indústrias e como pertence a um dos maiores fabricantes de *hardware* de energia elétrica apresenta uma solução que interage com os seus próprios aparelhos de recolha de dados.

Estão disponíveis neste produto aplicações como gestão de dados, gestão de utilizadores, relatórios de configuração, importação através de portas lógicas, hierarquizar as portas lógicas, editor de variáveis, configuração de alarmes, configuração de circuitos, visualização de diagnósticos, atualizações, importador *ModBus*, configuração de modem à distância, exportação de dados para o *Power Quality Data Interchange Format (PQDIF)*⁸.^[6]

⁸ PQDIF – É um sistema de troca de dados de qualidade entre instrumentos e sistemas de gestão de dados. Este sistema facilita os engenheiros e técnicos de troca de dados que usam diferentes modelos de instrumentos de monitorização.

Escolheu-se também o *software Energy Lens* da empresa *BizEE*, um programa que não é mais que um *add in* do Excel, apresenta apenas o software para comercialização, mas em contrapartida é de baixo custo de aquisição ao contrário da solução apresentada pela Schneider. As principais características deste sistema baseiam-se essencialmente na análise de gráficos de consumo de energia e na monitorização e gestão do uso da energia para edifícios de serviços e indústrias.[7]

1.4.2.2. Software Português dedicado à indústria

A Vigie é uma empresa Portuguesa, com sede na Maia e apresenta uma solução de instalação de *hardware* de monitorização de consumos energéticos, utilizando analisadores de energia ou contador de fluidos. A informação recolhida é transmitida para um servidor que, por sua vez, comunica com o *software*. O *software* emite relatórios de consumo e monitoriza-os a tempo real, possibilitando a deteção de eventuais fugas de gás ou qualquer outro fluido e, ainda, detetar avarias/deteriorações em equipamentos.[8]

1.4.2.3. Software dedicado a edifícios de serviços e Residenciais

A LMIT é uma empresa portuguesa fundada em 2007 que desenvolve o software *WiseMetering*, esta empresa destina-se essencialmente na atuação em edifícios de serviços e serve grandes clientes como a GALP Energia ou o BPI.

Este sistema é caracterizado por a monitorização e análise de consumos, definição de horários e regimes de funcionamento dos vários espaços, têm alarmes complexos adaptáveis, benchmarking⁹, painel de indicadores de zonas e espaços.

A *Acotel Net* fornece serviços de eficiência energética, *Acotel Energy*, especificamente para a gestão de energia e *smart metering*, relativos ao consumo de eletricidade, gás e água através da monitorização, gestão e otimização do consumo. É uma empresa italiana que está presente em mais de 10 países com mais de 200 funcionários por todo o mundo. Tem o seu produto dividido em duas secções, o dispositivo e a plataforma ou sistema informático. Esta aplicação abrange desde domicílios a indústrias. Apresenta variadas características, tais como, a disponibilidade na web seja em *smartphone* seja em computador; o controle do fluxo de água e pressão relativa; a análise da performance de painéis fotovoltaicos; a programação de alarmes; a monitorização da energia ativa e reativa; a monitorização da qualidade da água, eletricidade e gás.

⁹ *Benchmarking* - Processo contínuo e sistemático que permite a comparação das performances das organizações e respetivas funções ou processos face ao que é considerado 'o melhor nível', visando não apenas a equiparação dos níveis de performance, mas também a sua ultrapassagem.", *DG III – Indústria da Comissão Europeia, 1996*

1.4.3. Análise comparativa dos sistemas estudados

Após a análise dos sistemas informáticos de gestão de energia ir-se-á proceder à comparação entre eles, para isso foram escolhidos vários tópicos para efeitos de comparação. Utilizou-se benchmarking, banco de dados, importação de dados, relatórios, monitorização de emissões, análise de custos, calendarização de tarefas, controle e previsão de consumos, análise de risco, previsão meteorológica, cálculo de indicadores, informação da legislação em vigor em Portugal, para proceder a essa comparação.

Benchmarking é, como já foi explicado anteriormente na nota de rodapé 9, o processo que visa comparar e melhorar as performances das organizações face ao que é o melhor nível. Com este termo de comparação pretende-se verificar se os programas têm medidas de melhoria das performances energéticas ou análises que levem a isso.

Com os tópicos banco de dados e importação de dados pretende-se visualizar se os programas têm o poder de importar, seja diretamente do leitor de consumo de energia seja de qualquer outra forma, e guardar dados na sua base de dados.

Com o tópico relatórios pretende-se ver se o programa cria algum tipo de relatórios seja de consumo de energia, seja de cumprimento das medidas presentes nos PREn, ou qualquer outro tipo de relatórios.

Pretende-se ainda ver se os programas conseguem monitorizar as emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa como, por exemplo, o dióxido de carbono.

Na calendarização de tarefas têm-se em vista a capacidade do *software* de ter um calendário ou semelhante, no qual o utilizador possa calendarizar as possíveis medidas a adotar em datas específicas.

Ainda se pretende ver a capacidade dos sistemas informáticos em controlar e prever os consumos das organizações, por exemplo prever qual será o consumo caso se implante uma nova medida energética ou ainda estabelecer um máximo de consumo que não pode ser ultrapassado, sendo que caso isso aconteça o utilizador seja alertado.

Pretende-se ainda verificar se o programa tem capacidade de analisar o risco das medidas a serem implementadas na organização, por exemplo verificando o risco de uma medida de eficiência energética não correr como o planeado e passar esse risco para uma percentagem.

No caso do setor dos edifícios é necessário prever e normalizar as condições meteorológicas, a fim de, por exemplo, ajustar a temperatura de conforto de um dado edifício.[10]

Tabela 1 - Comparação dos vários sistemas[18]

Organização		Schneider	Lmit	BizEE	Acotel Net	Vigie	
<i>Software</i>		Power Monitoring Expert 8.1	Wise Metering	Energy Lens	Acotel Energy Management	Vigie	Sistema desenvolvido no âmbito desta dissertação
Características	Benchmarking	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Banco de dados	✓	✓	✗	✗	✓	✓
	Importação de dados	✓	✗	✗	✗	✓	✗
	Relatórios	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Monitorização de Emissões	✓	✓	✓	✓	✗	✓
	Calendarização de Tarefas	✗	✓	✗	✗	✗	✓
	Controle e previsão de Consumos	✗	✗	✗	✓	✓	✗
	Análise de Risco	✗	✗	✗	✓	✗	✗
	Previsão e Normalização Meteorológica	✗	✓	✗	✗	✗	✗
	Cálculo de Indicadores	✗	✓	✗	✗	✗	✓
	Informação da legislação em vigor em Portugal	✗	✗	✗	✗	✗	✓

Os indicadores energéticos são também uma parte importante dos sistemas por isso pretende-se verificar se os *softwares* possuem a função de cálculo de indicadores energéticos e de emissões.

Por último pretende-se ver quais são os programas que estão de acordo com a legislação portuguesa no que respeita ao cálculo de indicadores.

1.4.3.1. Funcionalidades comuns

Através da análise dos *softwares* apresentados pode-se concluir que, todos pretendem melhorar e otimizar a eficiência energética das organizações, sendo que produzem relatórios de forma a informar o utilizador dos avanços, estagnações ou retrocessos de energia.

O *software* produzido nesta dissertação vai dispor de várias funcionalidades em comum com os outros, focando-se, principalmente, nas funcionalidades mais importantes, tais como a existência de banco de dados, a elaboração de relatórios e a monitorização de emissões.

1.4.3.2. Especificidades

Cada programa apresenta especificidades individualizadas que vão constar como mais valias para a qualidade do próprio programa.

É de salientar todo o *hardware* que a empresa Schneider apresenta como solução e que, está definido para interagir com o *software* da mesma marca, por exemplo ao importar de dados. Também é de realçar o facto de a empresa ter técnicos profissionais dedicados à assistência na implementação de medidas de racionalização de energia.

No programa *WiseMetering*, destaca-se a capacidade de calendarização de tarefas, previsão e normalização meteorológica e cálculo de indicadores. O facto de ser um programa português e trabalhar com grandes empresas, como a Galp, leva a que se considere um programa fiável e com qualidade.

O programa *Energy Lens* tem como característica fundamental a sua simplicidade, ainda assim, e segundo a propaganda que a empresa *BiZee* oferece, é o único deste conjunto de *softwares* que tem análise de custos. Também oferece vídeos demonstrativos que, servem de guias para manobrar o programa, e dada a sua facilidade de utilização, os vídeos são suficientes para uma correta utilização.

A *Acotel Net* tem a particularidade de oferecer uma plataforma internacional *online*, que lhes permite gerir os dados das empresas à distância, tendo filiais um pouco por todo o Mundo. Oferece o serviço em *smartphones* e quaisquer outros dispositivos ligados à internet, tendo uma fácil instalação do aparelho de monitorização, não necessitando assim de técnicos especializados. Adicionalmente, é o único sistema informático que oferece uma análise de risco.

O programa elaborado nesta dissertação calcula os indicadores energéticos condizentes com a legislação portuguesa, mostra a legislação em vigor para aquele tipo de empresa e elucida o utilizador para os objetivos a serem cumpridos, através da elaboração de um relatório. As características mencionadas acima, torna o programa único de entre todos os *softwares* apresentados.

1.4.3.3. Limitações

Uma das limitações comuns a todos os programas apresentados, refere-se à falta de adaptação à legislação portuguesa e dos cálculos de indicadores referentes à mesma.

Uma das limitações do sistema da Schneider baseia-se na excessiva adaptação ao seu próprio *hardware*. Como é um sistema destinado principalmente a indústrias tem

limitações ao nível de análise de custos, calendarização, controlo e previsão de consumos e análise de risco.

O programa *WiseMetering* é principalmente dedicado a edifícios de serviços, por isso tem limitações ao nível de análise de risco, importação de dados e ainda controlo e previsão de custos. É também de salientar a falta de análise de custos no programa.

O *Energy Lens* tem muitas limitações visto ser um programa simples ao invés de outros com uma programação mais complexa. Assim tem como principal limitação ter de se introduzir os dados à mão ou tê-los em formato *Excel* e não ter banco de dados para guardar o histórico de consumos. Tem ainda limitações ao nível de calendarização e controlo dos consumos. Este programa limita-se apenas a receber dados e criar gráficos para posterior análise do utilizador.

O *software Acotel Energy Management* tem limitações principalmente ao nível de calendarização de tarefas, análise de custos e previsão meteorológica.

O programa da Vigie mostra limitações ao nível da calendarização de tarefas, não estando preparado para monitorizar a evolução de medidas de eficiência energética.

O programa desenvolvido nesta dissertação apresenta alguns aspetos menos conseguidos como a falta de alertas, a falta de importação de dados de dispositivos de monitorização para o *software*.

1.5.Síntese do Capítulo (estado da arte)

Este capítulo visa demonstrar o estado de arte da gestão de energia, não só em Portugal, como também na Europa, concretamente apresentar os *softwares* que existem no mercado e quais as suas características.

É mostrado inicialmente o que é um sistema de gestão de energia, dando-se alguns exemplos práticos.

De seguida foram escolhidos vários sistemas informáticos de gestão de energia e apresentados um a um com as respetivas empresas criadoras e as particularidades de cada um.

Ainda são comparados esses sistemas de gestão de energia entre si e com o programa produzido nesta dissertação onde se expõe as suas funcionalidades comuns, as suas especificidades e as suas limitações.

Por último são apresentados os contributos que esta dissertação de mestrado pode oferecer a possíveis utilizadores de sistemas de eficiência energética.

1.6. Contribuição da dissertação

Esta dissertação de mestrado tem como objetivo criar um sistema informático de gestão de energia. Apesar de existir muitos *softwares* com esta função, o que diferencia o *software* criado nesta dissertação é:

- Ser um sistema dedicado a um grupo de empresas e não apenas a uma empresa específica ou tipo, como são maior parte dos sistemas;
- Estar de acordo com a legislação portuguesa em vigor, calculando os indicadores por ela requeridos e mostrando um resumo dessa legislação no próprio *software*;
- Ter uma parte totalmente dedicada aos planos de racionalização de energia, na qual é possível guardar todo o processo como histórico e, ainda, monitorizar esse mesmo plano.

É de notar que o *software* realizado nesta dissertação, não é, necessariamente de superior que todos os outros (p.e., na importação de dados), mas tem características que o tornam único, algo que ainda não foi implementado pelos outros criadores de sistemas deste tipo.

Ademais, esta dissertação possibilita, ao leitor, conhecer os atuais sistemas de gestão de energia, a legislação em vigor em Portugal no que toca à energia e possíveis medidas de racionalização de energia.

1.7. Estrutura do documento

Este documento é composto por cinco capítulos. O primeiro dos quais é constituído pela revisão bibliográfica dos sistemas de gestão de energia onde determinados sistemas foram apresentados e as suas respectivas características específicas. Também foi explicado o que é um sistema de gestão de energia e um plano de racionalização de energia.

O capítulo 2 procura demonstrar qual a legislação em vigor em Portugal e na Europa. Também é dividido e esclarecido quais os vários tipos de organizações a que a legislação se refere.

No terceiro capítulo é descrita a forma como foi elaborado o sistema de gestão de energia, desde o *software* utilizado na sua elaboração, como as suas características fundamentais.

No quarto capítulo é o sistema é aplicado a um caso real, no qual são usadas duas empresas exemplo, uma de transportes e outra de consumos intensivos de energia.

Por fim no capítulo cinco são apresentadas as conclusões finais do trabalho, fazendo-se a referência a possíveis trabalhos futuros.

2. Gestão de Energia e Eficiência Energética

2.1.Introdução

Neste capítulo é mostrada a legislação em vigor, tanto na Europa, como em Portugal. Fala-se em primeiro lugar das metas Europeias e dos planos nacionais em vigor, nomeadamente o PNAEE e o PNAER.

Divide-se as organizações em vários tipos e desenvolvendo as especificidades de cada um, primeiramente apresenta-se as organizações do tipo industrial, de seguida as relativas a edifícios e, por último, as responsáveis pelos transportes.

2.2.Metas Europeias

Pela Diretiva 2006/32/CE do parlamento Europeu de 5 de abril de 2006, determinou-se que os estados membros deveriam atingir o indicador nacional de economia de energia¹⁰ de 9%, até 2016, através da promoção de serviços energéticos e da adoção de outras medidas de melhoria da eficiência energética. Ainda foi acordado pelos Estados Membros que, até 2020, o objetivo seria reduzir em 20% as emissões dos gases com efeitos de estufa e aumentar em 20% as fontes de energia renováveis, na União Europeia.

Em 2011, a comissão Europeia concluiu que a dificuldade de cumprimento dos objetivos traçados exigia alteração no quadro jurídico, no que respeita esta matéria. Assim a Diretiva n.º 2012/27/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, transposta para o ordenamento jurídico nacional pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril, define ações para a concretização do PEE de 2011 e ainda metas para uma economia de baixo carbono em 2050.

¹⁰ Calculado pelo consumo final de energia sobre o produto interno bruto nacional

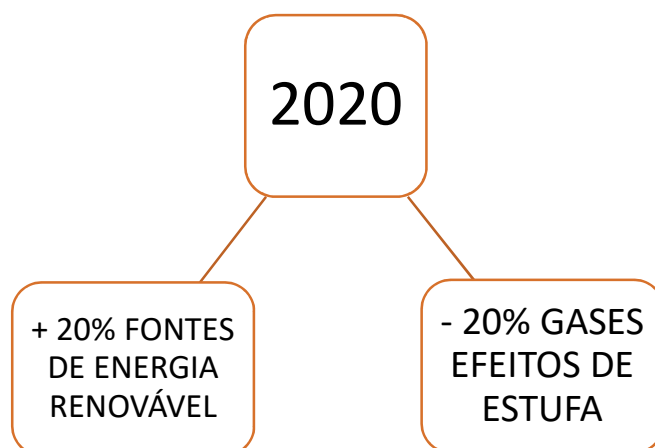


Figura 2 - Metas Europeias

2.3.Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética – PNAEE

A nível nacional já se encontram consagradas as medidas referidas no ponto 2.2 no PNAEE 2016 aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de abril.

A estimativa da poupança induzida pelo PNAEE até 2016 é de 1501 ktep, ou seja, uma redução de 8,2% relativo à média de consumo entre 2001 e 2005, bastante próximo dos 9%, definidos pela União Europeia.

O PNAEE abrange seis áreas como mostrado na Figura 3. Ainda pode ser notado que é no setor residencial e de serviços que poderá existir uma maior redução. Em termos gerais, os resultados de 2013 indicam que cerca de 60% da meta do PNAEE para 2016 já estava concluído e cerca de 44% da meta para 2020, também.

O PNAEE é executado no uso de penalizações sobre equipamentos ineficientes, na obrigatoriedade e apoio na realização de auditorias energéticas e de outras medidas regulatórias, através de mecanismos de diferenciação fiscal e, ainda, de apoios financeiros de verbas para programas de eficiência energética, tais como o FEE (Fundo de Eficiência Energética), PPEC (Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica) ou ainda FPC (Fundo Português de Carbono).

Na Figura 3 é possível verificar as metas previstas para 2016 e 2020 distribuídas pelos setores da agricultura, comportamentos, Estado, Indústria, Residencial e serviços e Transportes. De notar que, são as áreas da indústria e, principalmente, a residencial e de serviços que devem usufruir de uma melhoria mais acentuada.[11]

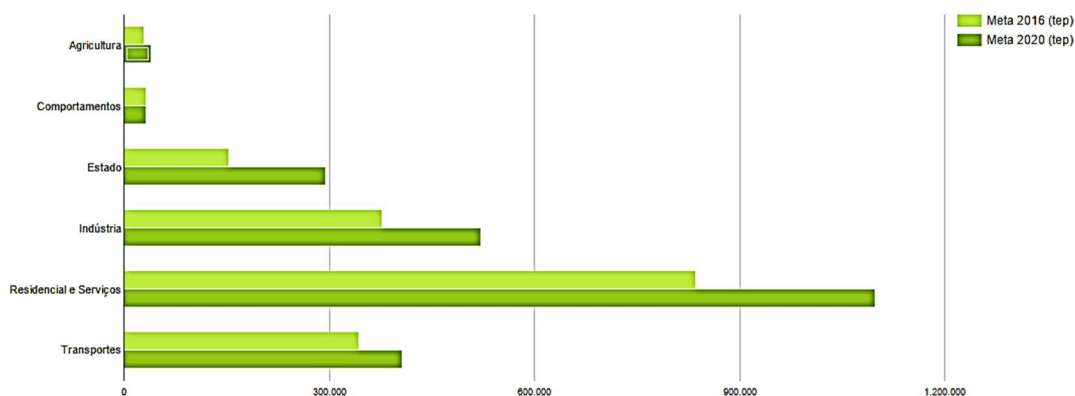


Figura 3 - Meta do PNAEE 2016 e 2020

2.4. Plano Nacional de Ação para a Energia Renovável – PNAER

O PNAER 2020 tem o intuito de tornar Portugal um país energeticamente eficiente e independente e, consequentemente, mais competitivo. Para esse fim, prevê-se um aumento de 18% nos sistemas instalados de tecnologias baseadas em FER (fontes de Energia Renovável), face ao ano de 2010, com a quota de eletricidade de base renovável no novo PNAER a ser superior (60% vs. 55%), tal como a meta global a alcançar, que deverá situar-se em cerca de 35% (face à meta de 31%). Em 2020, no plano da utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, pretende-se que os objetivos definidos de 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes provir de fontes renováveis e, que os mesmos, sejam cumpridos ao menor custo para a economia. É, principalmente, no aquecimento e arrefecimento, eletricidade e transportes que o PNAER 2020 incide.

O estabelecimento deste horizonte temporal de 2020, para efeitos de acompanhamento e monitorização do impacto estimado no consumo de energia primária, permite perspetivar, antecipadamente, o cumprimento das novas metas assumidas pela União Europeia referidas no cap. 2.2.[2]

A Figura 4 representa a evolução expectável do consumo final bruto de energia para os cenários de referência e cenários de eficiência energética adicional. As projeções do consumo energético no Cenário de Referência e no Cenário de Eficiência Energética Adicional foram calculadas com base no modelo LEAP, programado para adotar, como referência, o ano de 2010 e utilizando toda a informação estatística do setor energético existente até à data de 10 de abril de 2013 (data do conselho de ministros de onde resultou o PNAER).

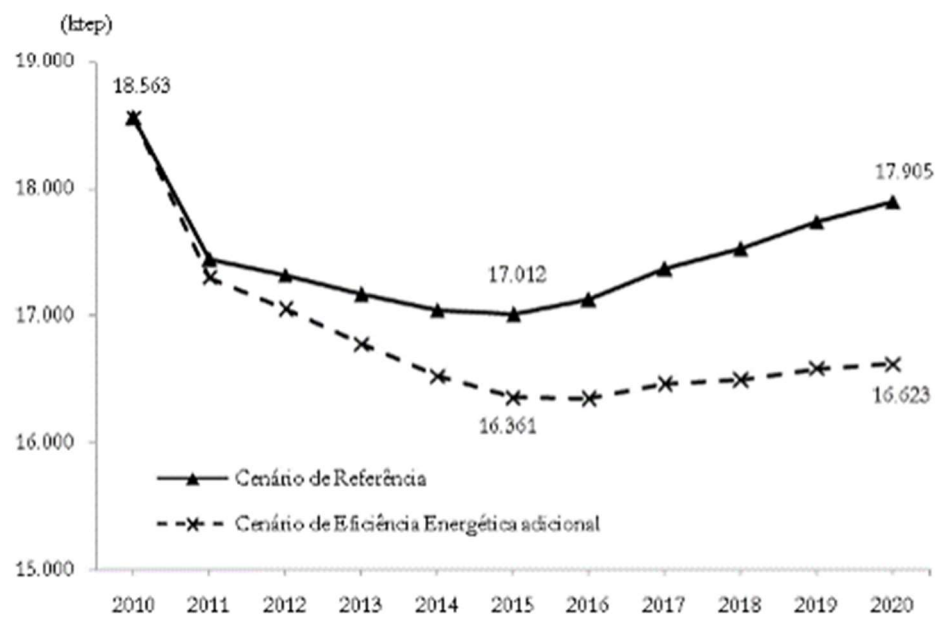


Figura 4 - Evolução prevista do consumo final bruto de energia (ktep)

2.5.ISO 50001

2.5.1. O que é a ISO 50001?

A ISO 50001 é a norma internacional para gestão de energia de uma organização. Tem o objetivo de melhorar a eficiência, usos e consumos dos sistemas energéticos de uma organização, seja ela do setor dos transportes, dos serviços e até de indústria. Pretende-se com esta norma reduzir as emissões de gases com impactos nocivos para o ambiente e diminuir o consumo excessivo de energia através de uma gestão sistemática da energia. Esta norma é baseada nas normas ISO 9001 e ISO 14001 e assegura compatibilidade entre elas.

A opção pela implementação e certificação de Sistemas de Gestão de Energia, de acordo com a ISO 50001, poderá surgir devido ao aumento dos custos de energia, devido à segurança no abastecimento de energia, à opinião pública, à necessidade de cumprimento de legislação e regulamentação, necessidade de obter Certificação Energética (SGCIE e SCE), aos sistemas de taxas e impostos aplicáveis ao consumo de energia, aos aspetos ambientais a considerar na atividade da organização e devido a um surgimento de uma imagem competitiva da concorrência.[12]

2.5.2. Ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act)

O ciclo PDCA também chamado de ciclo de Deming ou ciclo de Shewhart, é um modelo de 4 passos circular (Figura 5), com o qual é pretendido que os sistemas de gestão de energia estejam numa constante e contínua melhoria.

As siglas PDCA referem-se ao “planear” – P, “fazer” – D, “verificar” – C e “atuar” – A. No que toca ao passo “planear”, reconhece-se a oportunidade e planeia-se a mudança; no passo “fazer” testa-se a mudança e faz-se um pequeno estudo; segue-se o passo da “verificação” onde se analisa os resultados e aprende-se com eles; por último o passo “atuar” pressupõe que se atue em conformidade com o que se aprendeu e com os resultados obtidos. De seguida, voltar-se ao primeiro passo para tornar a procurar melhorias ou, caso as últimas melhorias, ainda não sejam satisfatórias.

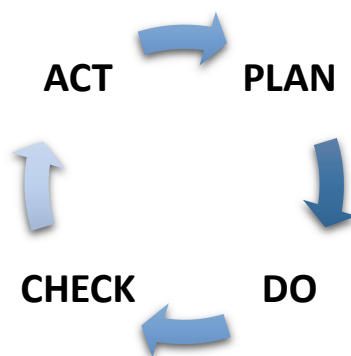


Figura 5 - Ciclo de Deming ou de Shewart

A Figura 6 demonstra o ciclo PDCA de uma forma mais elaborada e focado, especificamente, nos sistemas de gestão de energia. Neste ciclo, é acrescentada a monitorização e medição das medidas implementadas, a fim de verificar se os processos estão a ir de encontro ao planeado, através de valores e dados e não apenas de uma apreciação global. Também é acrescentado as ações corretivas e preventivas, para corrigir medidas implementadas e/ou para prevenir aspetos negativos dessas medidas.

Os planos de racionalização energética de uma organização devem seguir este ciclo, sempre que possível para contribuir para uma melhoria contínua, de modo a que a eficiência energética e, conseqüentemente, a competitividade dessa organização aumentem.

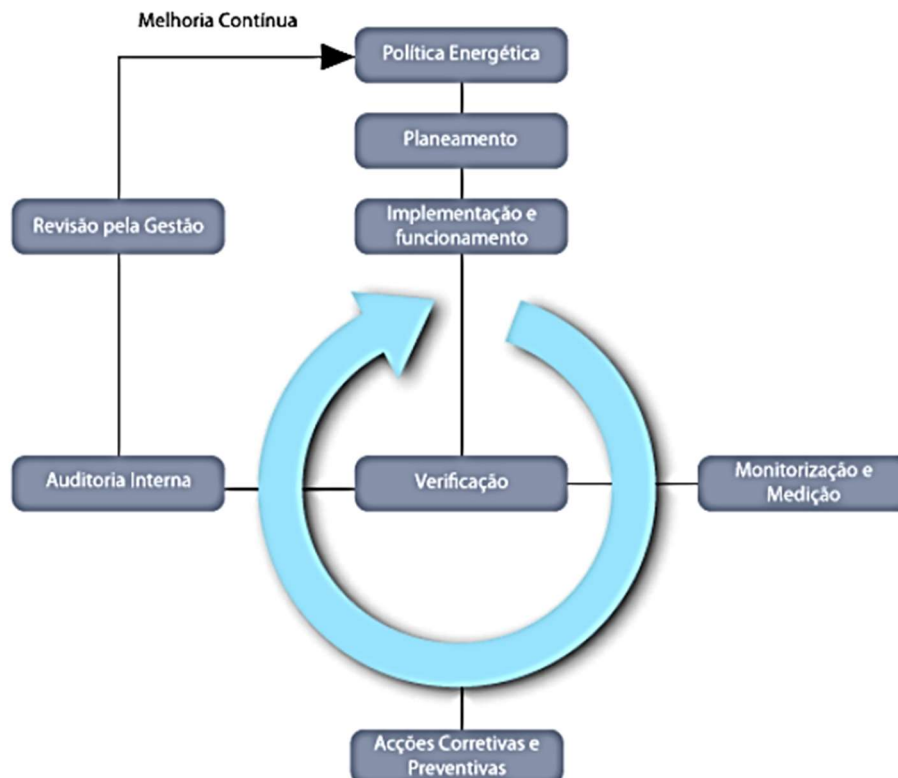


Figura 6 - Ciclo PDCA melhorado

2.6. Legislação em vigor em Portugal

2.6.1. A indústria

2.6.1.1. Sistema de Gestão dos Consumidores Intensivos de Energia – SGCIE

O SGCIE visa a certificação e promoção da eficiência energética nas indústrias. Segundo o relatório síntese do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE) de 2015, estão atualmente registadas 1037 organizações, sendo que, 548 consomem um valor igual ou superior a 1000 toneladas equivalentes de petróleo ao ano (tep/ano), enquanto que as restantes 489 um valor inferior a 1000 tep/ano, como é mostrado na Figura 7.

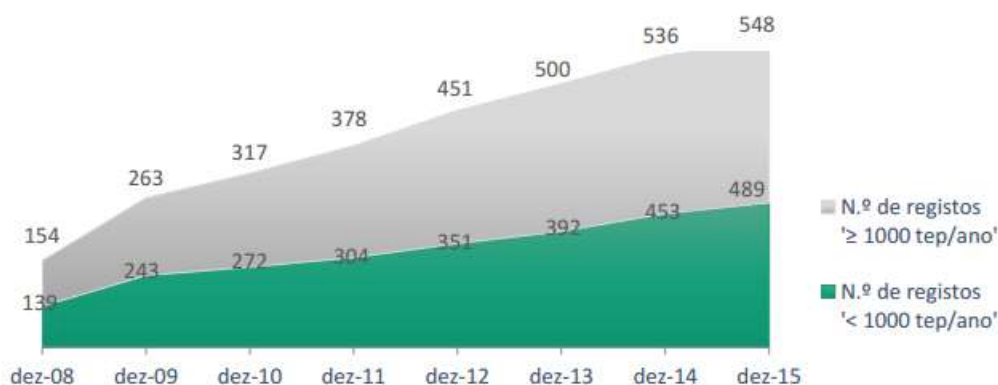


Figura 7 - N.º de registos e Escalão de consumo

A partir da Figura 8, é possível verificar que o distrito com o maior número de registos é o de Aveiro, com cerca de 178 registos no SGCIE. De realçar que, a região norte e centro detêm o maior número de instalações registadas.

Registo de Instalações

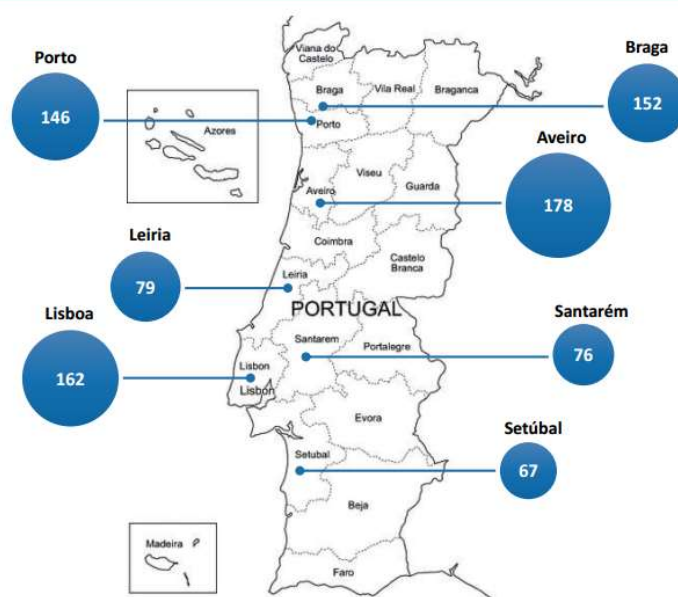


Figura 8 - Registos no SGCIE por distrito

Tendo em conta o relatório mencionado acima, é possível aceder a informação referente aos cerca de 323 técnicos registados que podem proceder à elaboração de auditorias energéticas e planos de racionalização para o controlo e execução das medidas previstas nesses planos. No final de 2015, estavam cerca de 975 planos de racionalização de energia (PREn) aprovados, com uma taxa de execução de aproximadamente 85% para consumos de menos de 1000 tep/ano, e cerca de 99% para os restantes. Com todos estes PREn aprovados será possível reduzir cerca de 109.085 tep/ano e ainda 410.812 toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO₂e).

No dia 15 de abril de 2008, foi publicado, em diário da república, um decreto-lei referente às entidades consumidoras intensivas de Energia, que tem por objetivo legislar e fiscalizar o setor energético nacional. O Decreto-Lei 71/2008 de 15 de Abril vem revogar o Decreto-Lei 58/82 de 26 de Fevereiro, redefinindo um conjunto de regras no que toca à disciplina de gestão do consumo de energia constantes do regulamento para a eficiência energética na indústria. Neste sentido, define quais instalações são consideradas consumidoras intensivas de energia ou não, e quais os incentivos e estímulos que as organizações podem usufruir para melhorar a sua eficiência energética.

Este documento aplica-se a instalações, que no ano civil imediatamente anterior, tenham tido um consumo energético superior a 500 tep/ano e, ainda, a empresas que pretendam de uma forma voluntária fazer acordos de racionalização de consumo de energia.

Intervêm neste sistema (SGCIE) a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), a Direcção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo (DGAIEC), a Agência para a Energia (ADENE) e os operadores que exploram instalações CIE, bem como os técnicos credenciados ao serviço destes. Estas entidades asseguram o funcionamento do sistema, organizam e mantêm os registos, recebem e aprovam planos de racionalização, recebem e analisam pedidos de credenciação técnicos e apresentam relatórios anuais sobre a atividade desenvolvida e o funcionamento do sistema.

Tornou-se, assim, obrigatório a realização de auditorias energéticas a instalações com consumo igual ou superior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deverá ser realizada no prazo de quatro meses após o registo. Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 500 tep/ano, mas inferior a 1000 tep/ano, as auditorias energéticas devem ser realizadas, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no ano seguinte ao do registo.

Os PREn devem ser realizados com base nas auditorias energéticas obrigatórias e devem prever:

- Para instalações com consumo maior ou igual a 1000 tep/ano, devem ser implementadas, nos primeiros três anos, as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos
- Para todas as instalações que realizem auditorias energéticas, devem ser implementadas as medidas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a 3 anos.

Ademais, os PREn têm de estabelecer metas relativas à intensidade energética, consumo específico e carbónica.

$$\text{Intensidade Energética} = \frac{\text{Total Energia Consumida}}{\text{Valor Acrescentado Bruto}} \quad (1)$$

$$\text{Consumo Específico} = \frac{\text{Total Energia Consumida}}{\text{Volume de Produção}} \quad (2)$$

A intensidade energética ou o consumo específico têm que melhorar pelo menos 6% entre cada auditoria energética, no que toca a instalações que consumam um valor

igual ou maior que 1000 tep/ano, e têm que melhorar 4%, em oito anos, as organizações com consumo maior que 500 tep/ano e menor que 1000 tep/ano.

$$\textit{Intensidade Carbónica} = \frac{\textit{Gases de Efeito de Estufa}}{\textit{Total Energia Consumida}} \quad (3)$$

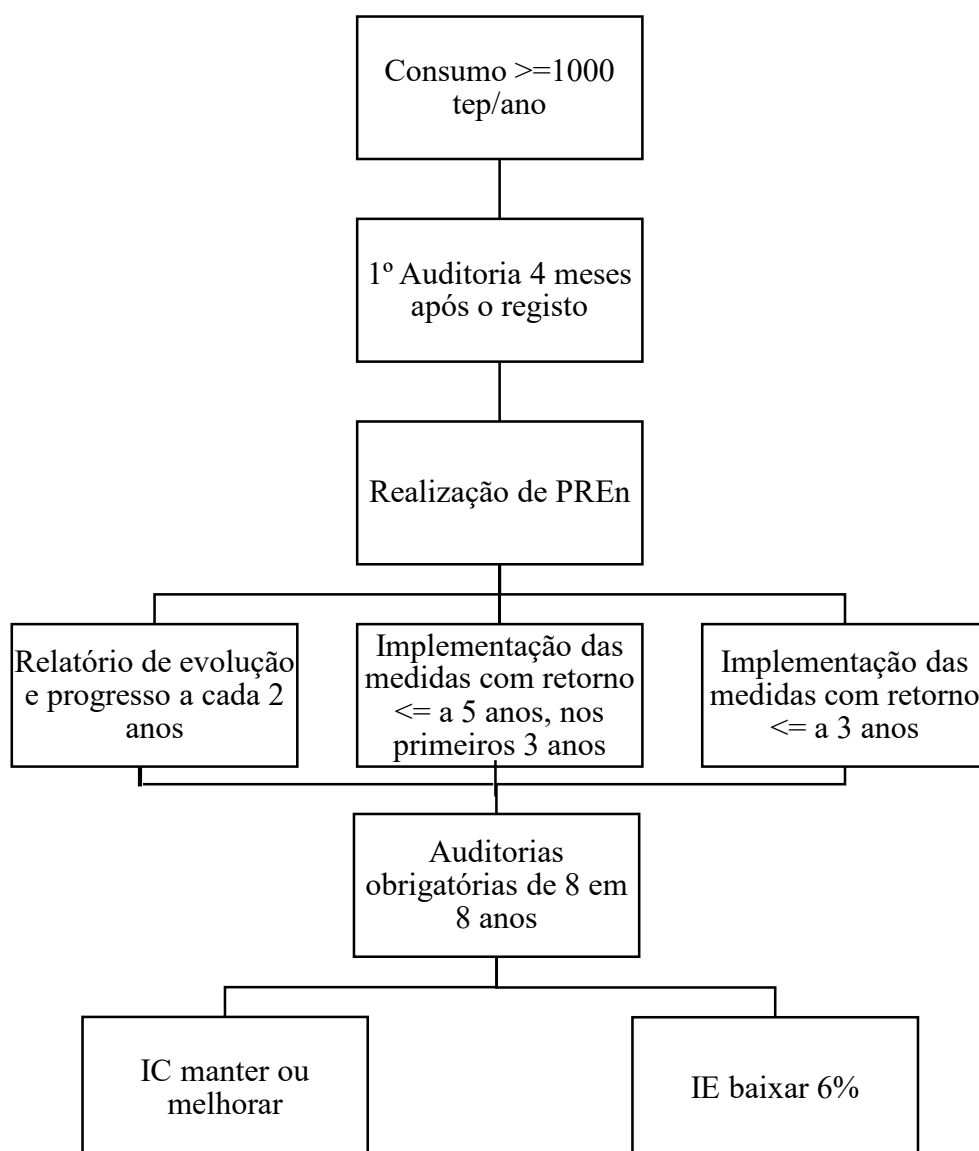
No caso da intensidade carbónica, os consumidores intensivos de energia devem, pelo menos, manter os valores históricos.

No que toca a incentivos, os operadores das instalações (no caso de instalações com consumos inferiores a 1000 tep/ano) podem ter direito a 50% dos custos das medidas de eficiência energética obrigatórias, com um limite de 750 euros. Ainda serão apoiados com 25% os investimentos em equipamentos e em sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia, num valor máximo de 10 000 euros.

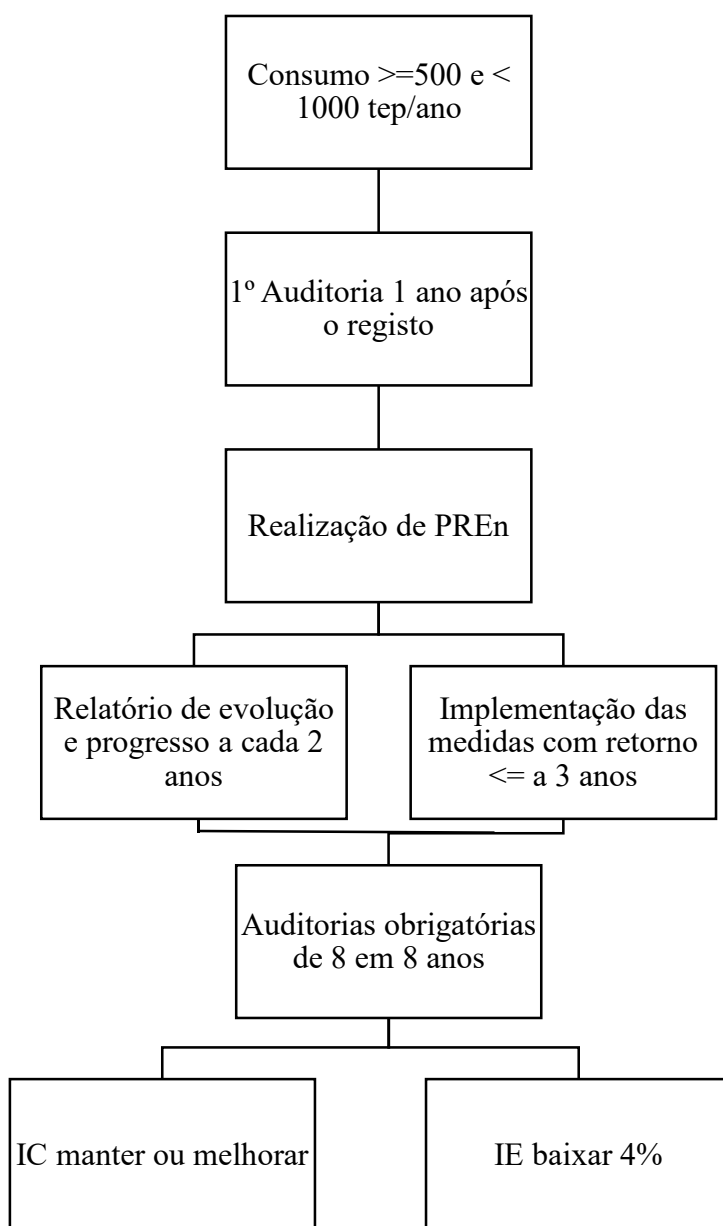
O decreto-lei ainda prevê algumas penalidades para os incumprimentos das medidas acima referidas, que podem ser reembolsáveis em 75% do valor caso se cumpra os requisitos no ano seguinte.

Recentemente, foi emitido o Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril, que acrescentou e modificou, ligeiramente, o Decreto-Lei 71/2008 de 15 de Abril. Acrescenta auditorias energéticas obrigatórias a todas as organizações não PME, com a periodicidade de 4 em 4 anos. [13]

2.6.1.2. CIE com consumo maior ou igual a 1000 tep/ano



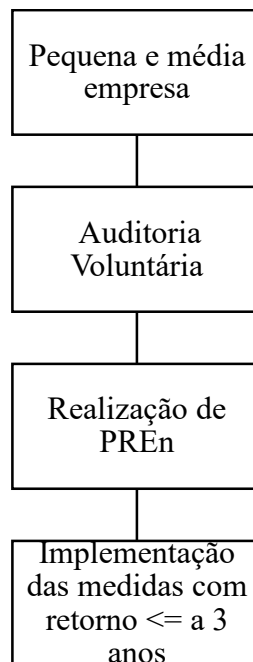
2.6.1.3. CIE com consumo entre 500 e 1000 tep/ano



2.6.1.4. Empresas Não Pequenas e Médias Empresas



2.6.1.5. Pequenas e Médias Empresas



2.7.Os Edifícios

Tendo em conta que, na Europa, aproximadamente 40% da energia final é consumida pelo setor dos edifícios, torna-se necessário atuar nesse setor com medidas de eficiência energética, que podem reduzir mais de 50% na energia consumida e assim cerca de 400 milhões de toneladas de CO₂ anuais. Como já foi referido em capítulos anteriores, os Estados membros têm vindo a promover medidas de eficiência energética e, com isso, também medidas de melhoramento do conforto dos edifícios. Foi criada a diretiva nº 2002/91/CE que estabelece que todos os estados membros implementem um sistema de certificação energética nos edifícios, posteriormente revista na diretiva nº 2010/31/CE.

Em Portugal, espera-se uma maior visibilidade por parte da certificação energética, pela adoção da diretiva acima referida. Já os grandes edifícios de comércio e serviços, bem como os edifícios públicos, têm o dever de avaliar periodicamente o seu potencial energético. Com a certificação energética dos edifícios, os seus utilizadores ficam a conhecer o desempenho energético dos mesmos e quais as medidas que podem ser adotadas para melhorar esse desempenho, no caso de edifícios já existentes. Quando se trata de edifícios novos, é possível conhecer a classe energética do edifício, i.e., se cumprem, ou não, a lei. A realização da certificação energética é da responsabilidade dos proprietários dos imóveis[14][15].

2.8.Os Transportes

A Portaria nº228/90 de 27 de março, referente às empresas de transportes e a empresas que possuam frotas, prevê que sejam feitas auditorias energéticas às organizações que consumam mais de 500 tep/ano.

As auditorias energéticas deverão incidir sobre a composição da frota, o processo de gestão e manutenção da frota, determinação da produção, controlo de abastecimentos, balanços energéticos, condições de utilização e ainda sobre os consumos específicos de energia nos últimos três anos. As auditorias devem ser efetuadas de três em três anos.

Após a auditoria, é feito um plano de racionalização em que nos três anos, entre as auditorias, deve constar uma diminuição do consumo específico regido pela fórmula (4).

$$M = \frac{C-K}{2} \times \frac{n}{3} \quad (4)$$

Em que:

- M é a redução de consumo específico a obter ao fim do ano n da aplicação do plano de racionalização;
- C é o consumo específico global no último ano;

- K é o valor a determinar para cada tipo de empresa e terá como limite inferior 90% de C.

No plano de racionalização deve-se ter em conta a densidade dos materiais a transportar, o conforto dos passageiros e motorista e os consumidores auxiliares de energia.

Deve-se realizar um controlo mensal do plano de racionalização e manter um registo da execução do plano, elaborar relatórios trimestrais do controlo da execução do plano e apresentar esses relatórios à Direção Geral de Energia se assim forem solicitados com a devida prestação de esclarecimentos, caso seja necessário[16] [17].

2.9. Síntese do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os objetivos e legislações em vigor na Europa e, concretamente em Portugal, no que toca a objetivos energéticos.

É de salientar os objetivos europeus acordados pelos Estados Membros, em que até 2020 se iria reduzir em 20% as emissões dos gases com efeitos de estufa e aumentar também em 20% as fontes de energia renováveis na União Europeia. Ainda, em termos Europeus, de salientar a criação da norma ISO 50001 que vem proporcionar uma melhor eficiência energética nas organizações, através do ciclo PDCA.

Em Portugal, a existência de uma legislação clara e específica, leva a que os consumidores intensivos de energia melhorem a sua eficiência energética, havendo legislação diferente para indústrias, edifícios e empresas de transportes.

3. Conceção e Desenvolvimento de um SGE

3.1.Introdução

Inicialmente, este capítulo explora um pouco as plataformas de apoio ao desenvolvimento de software, especificamente, a plataforma *visual studio*, programa usado na realização desta dissertação.

De seguida é apresentado o sistema de gestão de energia realizado, as suas funcionalidades, assim como a interligação com os requisitos funcionais de um SGE, que foram aplicados no sistema de energia desenvolvido nesta dissertação.

3.2.Plataformas de apoio ao desenvolvimento de software

O Mundo digital tem vindo a desenvolver-se cada vez mais levando a que o leque de plataformas de desenvolvimento de software seja extenso, assim como, as várias linguagens de programação. Uma plataforma, neste caso, é algo que serve de apoio à concretização de um objetivo, que é a realização de um novo produto.

Notepad++, *Expression Studio*, *HTML5 Builder*, *Sharp Develop* e *Visual Studio* são algumas das plataformas de desenvolvimento de *software* disponíveis atualmente no mercado. O *NotePad++* é uma plataforma grátis focada no desenvolvimento de simples páginas de internet. Já o *Expression Studio* é um programa da Microsoft que usa a linguagem *html*, assim como a plataforma *HTML5 Builder*. Ainda o *Sharp Develop* utiliza a linguagem *Sharp*. E por último a plataforma *Visual Studio*, que é uma das mais completas plataformas de desenvolvimento de *software*, pertence à *Microsoft* e contém várias linguagens para escolha do utilizador. Esta última será a escolhida para a realização do programa desenvolvido no âmbito desta dissertação, sendo o *Visual Studio Community 2015* selecionado devido ao facto de ser grátis e possuir um leque de linguagens, mais propriamente a linguagem do visual basic.

C++, C-Sharp, html, Java ou Visual Basic são algumas das linguagens existentes. A linguagem *Basic* (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*) foi criada por J. Kemeny e T. Kurtz em 1963, com o objetivo de se tornar numa forma de programação de fácil utilização e com foco nos alunos desta área.

3.3.Requisitos funcionais de um SGE

Um Sistema de Gestão de Energia (SGE) tem por objetivo ajudar uma organização, ou um conjunto delas, a estabelecerem os sistemas e processos necessários à melhoria da eficiência energética, assim como, estabelecer as metas de acordo com os requisitos legais e promover a redução da Emissão de Gases de Efeito de Estufa (GEE).

Um programa de apoio a um SGE deve permitir que o responsável de energia possa planear, fazer, monitorizar e agir de forma a melhorar a eficiência energética da sua organização. Desta forma, é imprescindível que englobe todos os tipos de organizações.

O programa desenvolvido no âmbito desta dissertação pretende preencher uma série de requisitos que são (como foi referido no capítulo 1.4.3) benchmarking, banco de dados, produção de relatórios, monitorização de emissões, calendarização de tarefas, cálculo de indicadores e informação da legislação em vigor em Portugal.

3.4.Design gráfico

Como foi referido anteriormente, foi utilizada a plataforma de programação *Visual Studio* com a linguagem *Visual Basic* para desenvolver o programa apresentado nesta dissertação. Ainda que a plataforma apresente algumas limitações no que toca ao grafismo, foi segundo as suas potencialidades e funcionalidades que foram trabalhados o design gráfico e os aspetos estéticos, no sentido de o tornar o mais apelativo possível.

Na Figura 9 está representado o fluxograma do sistema informático realizado nesta dissertação. Contêm sete páginas que estão representadas de A a G, em que: A é a página inicial do sistema; B a página das definições; C o menu principal da empresa escolhida; D a página de introdução de consumos; E a página de visualização de consumos que pode produzir relatórios; F a página de comparação entre anos da empresa; G a página de calendarização de medidas de eficiência energética.



Figura 9 - Fluxograma do sistema informático desenvolvido nesta dissertação

O funcionamento do programa baseia-se essencialmente na introdução de dados, através de ferramentas disponibilizadas pela plataforma *Visual Studio*, como a *TextBox*, *PictureBox* e *ComboBox*. Após a introdução de dados, é possível gerar relatórios, comparar consumos e indicadores energéticos, através da elaboração automática de gráficos (ferramenta *Chart*), e guardar dados no bando de dados, através da utilização de botões (ferramenta *Button*) que foram previamente programados para esses fins. Foram também colocados botões programados para sair do programa e navegar entre as várias páginas, assim como botões que acionam *MessageBox* com ajudas para a utilização das várias funcionalidades do programa.

3.5.Introdução e Banco de Dados

Um dos requisitos funcionais de um programa SGE é a existência de um Banco de Dados. Pretendeu-se que o programa desenvolvido nesta dissertação desenvolvesse um Banco de dados, com o propósito de organizar e arquivar por ordem cronológica os dados de gastos energéticos, para uma fácil utilização e consulta por parte da organização.

Para esse fim, a aplicação cria um ficheiro Excel, de cada ano de consumo, onde guarda todos os dados inseridos pelo utilizador. Posteriormente, essas folhas Excel ficam inseridas numa pasta correspondente à empresa em questão (criada automaticamente aquando a criação da empresa). Esta pasta armazena todos os ficheiros referentes a essa empresa.

As pastas com os dados de cada empresa serão organizadas por tipo de empresa, sendo que cada tipo de empresa criará uma pasta com o nome correspondente. Nesta linha de raciocínio, haverá pastas denominadas de “CIE1000”, “CIE500”, “Não PME”, “Voluntários”, “Transportes” e “Edifícios”, que corresponderão a organizações que tenham um consumo superior ou igual a 1000 tep/ano, a organizações com consumo entre 500 e 1000 tep/ano, a todas as empresas que não sejam pequenas e médias empresas e que também não consumam mais de 500 tep, a empresas que não se encaixem nos outros tipos mencionados, a empresas com frota e ainda para as organizações de serviços, respetivamente.

O programa contém uma página orientada exclusivamente para a introdução de dados, página D da Figura 9. Nesta página é possível criar novos anos de consumo para posterior inserção de dados, assim como possibilita a organização dos dados consoante o ano e mês. Esta página contém cinco campos de inserção de consumos energéticos, ou seja, o utilizador poderá colocar cinco consumos de cinco tipos de combustíveis, sendo que o primeiro tipo de energia consumida será sempre a energia elétrica por ser uma energia utilizada e abrangida por todos os tipos de organizações. Os outros tipos de energia são as previstas no conversor do SGCIE e listadas no anexo 2. O sistema ainda admite a inserção de dados acerca da produção e do VAB.

A partir dos dados introduzidos é possível gerar um relatório que permitirá analisar os três Indicadores Energéticos previstos na legislação Portuguesa: a Intensidade Carbónica, a Intensidade Energética e o Consumo Específico.

No que toca a empresas de transportes, a introdução de dados difere do referido anteriormente. Primeiramente, os dados da produção e o VAB são desprezáveis, uma vez que uma empresa transportadora não pressupõe o fabrico de produtos. Em segundo lugar, com o objetivo de calcular o consumo específico é necessário introduzir valores correspondentes aos quilómetros percorridos, às toneladas transportadas, ao número de veículos e, ainda, ao número de passageiros. Por último, quando se está perante uma empresa de transportes, a legislação pressupõe a necessidade de calcular a redução do consumo específico, desta forma é necessário introduzir um valor de entre 0.90 e 1, que corresponde à percentagem do consumo específico determinada pelo tipo de empresa, pelo tipo de utilização, modo de transporte ou família de veículo.

Desta forma, os dados introduzidos relacionados com os consumos energéticos de uma empresa de transportes vão gerar relatórios que contam com os Indicadores Energéticos relativos à Intensidade Carbónica e Consumo Específico, assim como ao valor que corresponde à redução do Consumo Específico a obter até ao fim do ano n de aplicação do plano de racionalização.

3.6. Monitorização de consumo, emissões e produção

A monitorização de consumo energético e de produção implica uma interação com outros dispositivos automáticos de leitura. No entanto, dada a necessidade de facilitar a utilização e alargar a mesma a qualquer utilizador, concluiu-se que era vantajoso criar uma página dedicada à introdução de dados relativos aos consumos energéticos (capítulo 3.5), ao invés de interligar o programa com outros dispositivos automáticos de leitura.

Com o propósito de monitorizar o consumo energético, emissões de GEE e a produção, é necessário analisar os dados que foram previamente inseridos. Desta forma, o programa apresenta gráficos para comparações mensais de consumo energético em tep, produção, VAB e dos indicadores energéticos (IE, IC e CE). Em cada gráfico existe ainda uma série que representa a média anual, para facilitar a leitura dos dados. Cada gráfico é apresentado imediatamente à direita ou à esquerda da coluna da tabela com a informação correspondente.

É também possível analisar os dados a partir da página de consulta de dados, na qual se pode visualizar, mensalmente, os diferentes consumos de cada combustível, o consumo total das emissões de GEE, a produção, o VAB e os indicadores energéticos (IE, CE e IC).

No que toca a monitorização de emissões, o programa tem capacidade de calcular as emissões de GEE a partir do consumo de cada tipo de combustível e das conversões específicas dos mesmos, presentes no conversor SGCIE da ADENE (Anexo 2). O sistema ainda produz o gráfico das emissões de GEE por tep, onde mostra a média e a variação ao longo do ano.

Quando a organização é do tipo “Transportes”, os dados apresentados em tabela e/ou em gráfico correspondem àqueles que foram previamente inseridos.

3.7. Produção automática de Relatórios

O relatório gerado pelo programa consta como um auxílio na interpretação dos dados dos consumos energéticos de uma dada organização, assim como auxilia a mesma a adotar medidas que vão ao encontro de uma melhoria no consumo energético.

Desta forma, o Relatório de Execução e Progresso (REP) gerado pelo programa (Anexo 4) apresentará os dados da empresa; uma pequena introdução sobre a legislação a cumprir pela empresa; os dados inseridos para o ano escolhido; os dados mensais da produção, do VAB, do consumo de energia e dos consumos específicos globais; a avaliação das medidas de economia de energia e, por último, a avaliação dos indicadores energéticos CE, IE e IC.

Junto com os dados específicos de cada empresa, é apresentado algumas informações gerais, nomeadamente, a legislação em vigor em Portugal para o tipo de empresa escolhido, as fórmulas para calcular os indicadores energéticos e a meta de redução nos indicadores ao fim de n anos previstos na auditoria (Tabela 2).

Tabela 2 - Tabela de resumo dos indicadores energéticos para empresas com consumo entre 500 e 1000 tep/ano

Indicador	Fórmula	Meta de Redução
(IE) Intensidade Energética	$IE = \frac{C}{VAB} [kg_{ep} / \text{€}]$	4%
(CE) Consumo Específico	$CE = \frac{C}{P} [kg_{ep}/uni.]$	4%
(IC) Intensidade Carbónica	$IC = \frac{kgCO_2e}{C} [kgCO_2e/kg_{ep}]$	Manter, no mínimo

Todos os dados vêm acompanhados dos respetivos gráficos, possibilitando o armazenamento dos dados e as suas análises, e proporcionando uma posterior análise e consulta.

3.8. Cálculo de indicadores de acordo com a legislação

Aquando a introdução dos consumos energéticos, o programa pede os valores da produção e do VAB para que possam ser calculados os indicadores IE e CE (ver capítulo 2.6.1). Ainda calcula o indicador IC através do tipo de combustível utilizado. Como é explicado no capítulo 2.8, quando se tratam de empresas de transportes o consumo específico é calculado de maneira diferente.

Na página F da Figura 9, é possível visualizar uma tabela de comparação entre dois anos escolhidos pelo utilizador. Esta tabela compara a produção, VAB, consumo em tep, GEE e os indicadores energéticos, fazendo também o cálculo da variação de cada

um, entre os dois anos. É esta variação dos indicadores energéticos que vai permitir ao utilizador verificar se cumpriu os objetivos energéticos.

3.9. Calendarização de tarefas

O programa possui uma zona de calendarização de tarefas onde pode ser escolhida a data da tarefa a realizar, a descrição da tarefa e ainda o estado da tarefa (“cumprida”, “adiada”, “Em dia. Por realizar”). Estas tarefas são posteriormente incluídas no relatório.

3.10. Síntese do capítulo

Neste capítulo foram apresentadas várias plataformas de desenvolvimento de *software*, sendo que a escolhida para a realização desta dissertação foi a plataforma *Visual Studio* na linguagem de *Visual Basic*.

De seguida é apresentado um quadro dos requisitos funcionais de um sistema de gestão de energia onde são referidas as potencialidades do programa desenvolvido nesta dissertação. De salientar o facto deste programa se fundamentar na legislação portuguesa, sendo que o cálculo dos indicadores energéticos se baseia na mesma.

Ainda neste capítulo é apresentado o design gráfico do programa assim como todas as funcionalidades e utilidades do programa, desde a introdução de dados, modo de guardar os respetivos dados, modo de tratamento dos dados com cálculo de indicadores energéticos, produção de relatórios e ainda calendarização de medidas de eficiência energética.

4. Caso de Estudo

4.1.Introdução

Neste capítulo pretende-se mostrar um exemplo prático da utilização do programa desenvolvido na dissertação.

Escolheu-se dois exemplos de empresas, uma de transportes, outra de fabricação industrial, para mostrar as várias funcionalidades do programa.

4.2.Aplicação do sistema ao caso real

Para a aplicação de um caso real no programa realizado optou-se por pedir dados a empresas ativas de modo a que os dados fossem credíveis.

4.2.1. Empresa industrial

Na introdução de dados de consumos energéticos de uma empresa é necessário ter em atenção as unidades em que se mediu os consumos. O programa em questão mostra informações para a conversão dos vários combustíveis para as unidades que o sistema aceita. Neste sentido, a Tabela 3 mostra os valores do consumo energético fornecidos pela empresa exemplo. A alguns destes valores foi aplicado o fator de conversão, de maneira a estarem nas unidades pretendidas, nomeadamente a passagem do consumo gás propano de kg para toneladas e o consumo de gasóleo para toneladas.

Primeiramente, inseriu-se os dados do consumo anual de cada tipo de combustível na página de criar empresas, de modo a obter o tipo de empresa que corresponde a estes consumos energéticos. Chegou-se à conclusão que o consumo anual da empresa ultrapassa os 500 tep/ano e escolheu-se, desta forma, o tipo de empresa correspondente e assim denominado.

Criada a empresa, seguiu-se a introdução dos consumos energéticos do ano 2014 da empresa exemplo na página destinada a esse fim. Visto só haver dados reais do ano de 2012 foram criados dados fictícios do ano de 2020, para simular o intervalo de tempo entre duas auditorias energéticas. Após a introdução de dados no sistema, procedeu-se à verificação dos mesmos de modo a garantir que tinham sido introduzidos corretamente e que o sistema tinha criado todos os elementos necessários para a análise de dados.

Por último, efetuou-se a análise crítica da comparação dos dados com a observação do relatório emitido e da página de comparação de indicadores energéticos. Através da análise da Tabela 4 pode-se concluir que apesar da empresa ter diminuído ligeiramente a produção, cerca de 1,5%, conseguiu diminuir acentuadamente o consumo

energético, cerca de 5% (valores que sugerem um balanço positivo, dado que a descida do consumo energético é maior do que a descida da produção).

Tabela 3 - Consumos energéticos do exemplo de empresa para o ano de 2012

	Consumo de Eletricidade (kWh)	Consumo de Gás Natural Liquefeito (kg)	Consumo de Gás Natural (Ton)	Consumo de Gasóleo (litros)	VAB (€)	Produção (uni)
Jan	117.312	0	11	1.413	246.965	325.088
Fev	131.289	0	20	844	252.379	325.728
Mar	134.711	0	10	984	264.466	399.389
Abr	141.760	45	15	820	241.758	371.748
Mai	139.120	0	13	1.103	241.101	395.959
Jun	130.221	0	14	892	236.725	298.179
Jul	131.962	0	17	632	304.080	457.800
Ago	73.507	0	6	451	-8.214	48.211
Set	150.648	45	20	566	416.051	578.643
Out	162.015	0	18	1.313	298.496	471.685
Nov	140.985	0	15	792	257.503	482.392
Dez	99.260	0	12	898	131.705	345.344

No que toca à análise dos indicadores energéticos verificou-se uma descida em todos. A legislação pressupõe que a intensidade energética ou o consumo específico devem diminuir, pelo menos, 4%, o que se verificou para o CE, mas não para o IE. Deve também ser mantida ou diminuída a intensidade carbónica da organização, o que se verificou, com uma redução de cerca de 9%.

Em suma, a empresa conseguiu cumprir os objetivos impostos pela legislação entre os dois anos mencionados (i.e., CE baixou). O programa ao calcular os indicadores e ao emitir o relatório do ano de 2020 permitiu ao utilizador saber se cumpriu os objetivos propostos. Todos os dados inseridos no sistema ficaram guardados para, caso seja necessário, o utilizador os consulte posteriormente.

Tabela 4 - Comparação entre 2012 e 2020 da empresa exemplo1

Ano	Produção (uni)	VAB (€)	Consumo (tep)	GEE (kgCO ₂ e)	IE (tep/€)	CE (tep/uni)	IC (kgCO ₂ e/tep)
2012	4.499.526	2.944.957	1.562.383	24.865.992	0,53	0,35	15,92
2020	4.435.000	2.691.786	1.481.266	21.434.472	0,52	0,33	14,47
Variação %	-1,43	-8,60	-5,19	-13,80	-1,88	-5,71	-9,11

4.2.2. Empresa de transportes

Os dados da empresa exemplo de transportes foram baseados numa transportadora real com cerca de 12 tratores e cerca de 15 reboques próprios em atividade diária. Introduziu-se os dados energéticos do ano de 2012, para que após 3 anos, ou seja, em 2015 já tivesse passado um ciclo de medidas de eficiência energética.

Os consumos da organização apresentada são maioritariamente de gasóleo e de eletricidade, nomeadamente, utilizada na oficina e escritório. Para cálculo do consumo específico foi também inserido os quilómetros realizados pela frota e, ainda, foi escolhido o número de veículos utilizados. A Tabela 5 mostra os dados inseridos para o ano de 2012.

Tabela 5 - Consumos Energéticos da empresa de transportes para o ano de 2012

	Consumo de Eletricidade (kWh)	Consumo de Gasóleo (kg)	Quilómetros Realizados (km)	Nº de veículos (uni)
Jan	432	28.233	91.243	12
Fev	398	27.233	87.000	12
Mar	452	29.999	90.241	12
Abr	421	27.787	86.625	12
Mai	402	26.143	85.696	12
Jun	412	27.333	89.013	12
Jul	370	25.000	77.523	12
Ago	421	27.420	78.910	12
Set	523	32.037	83.003	12
Out	677	40.137	92.017	12
Nov	513	30.177	79.071	12
Dez	412	25.556	77.001	12

Para fins de comparação, foram inseridos dados fictícios do ano de 2016, no qual foi aumentada a frota para 13 tratores desde janeiro até julho e, em agosto, foi adquirida mais uma viatura.

A Tabela 6 mostra a comparação entre os anos de 2012 e 2015 onde se pode observar que o consumo e, consequentemente, as emissões de gases de efeito de estufa aumentaram ligeiramente. Por outro lado, o consumo específico baixou bastante, possivelmente devido ao facto de o número de viaturas ter aumentado. Visto que a redução de consumo nesses três anos deveria ser de, pelo menos, 1444 gep/veículo e foi de cerca de 4392 gep/veículo, a empresa cumpriu a redução prevista por lei.

Tabela 6 - Comparação entre os anos de 2012 e 2015 da empresa de transportes

Ano	Consumo (tep)	GEE (kgCO ₂ e)	CE (gep/veículo)	IC (kgCO ₂ e/kggep)
2012	352.488	897.830.243	28.873	2547
2015	377.013	961.328.085	24.481	2549
Variação	6,96%	7,07%	-4392 (gep/veículo)	0,11%

4.3.Síntese do capítulo

Neste capítulo, foi apresentado dois casos de duas empresas (indústria e transportes). Foram aplicadas as funcionalidades do programa e sendo que foram escolhidas duas empresas distintas, foi possível demonstrar a adaptação do programa a vários tipos de empresas.

Através da comparação entre anos conseguiu-se chegar a conclusões das causas das variações verificadas nos indicadores energéticos. No primeiro caso o consumo específico diminuiu ligeiramente, devido a uma melhoria na relação entre o consumo e a produção, e no segundo caso, tendo em conta o aumento do número de viaturas, houve uma diminuição considerável no consumo específico.

5. Conclusões e perspetivas futuras

5.1. Conclusões

Através da informação recolhida para a conceptualização teórica desta dissertação foi possível perceber que os governantes de Portugal, da Europa e do Mundo têm cada vez mais presente a problemática ambiental, atual. Tomam como urgente a diminuição das utilizações de combustíveis fósseis e, consequentemente, das emissões de gases que provocam o efeito de estufa. Uma das hipóteses que poderá contribuir para essa diminuição foca-se, precisamente, na melhoria da eficiência energética das organizações.

No capítulo 1.4.2, surge a informática como um ponto de apoio para todos os tipos de trabalho e, mais concretamente, surge como suporte na melhoria da competitividade e eficiência energética das organizações. São muitas as plataformas de apoio a essa melhoria, desde pequenos programas como o *Energy Lens*, ao programa produzido pela marca *Schneider*. Ao longo deste capítulo, nota-se que estes programas já possuem uma posição no mercado e uma equipa de apoio para resolver qualquer problema apresentado pelo utilizador, nas ditas aplicações. É, por isso, difícil apresentar melhorias acentuadas em relação a esses programas, visto já que, os mesmos estão bastante desenvolvidos. Assim, esta dissertação pretendeu melhorar pequenos aspetos das aplicações já existentes, sabendo à priori que em muitas outras ficar-se-ia aquém.

A legislação em vigor em Portugal procura que as metas Europeias, que se focam na promoção de serviços energéticos e na adoção de outras medidas de melhoria da eficiência energética, sejam cumpridas e, neste sentido, a gestão energética torna-se mais complexa, sobretudo para as organizações consumidoras intensivas de energia. A lei portuguesa divide as organizações em vários tipos, sendo que cada tipo tem o seu papel específico, neste sentido procurou-se transmitir o conhecimento da legislação ao usuário, através da produção de relatórios, onde essa informação consta.

O sistema de gestão de energia criado nesta dissertação destina-se principalmente a utilizadores que trabalham à priori nas organizações, podendo também ser usado por técnicos de análise energética ou auditores energéticos, facilitando-lhes assim as suas tarefas. Com este programa, o utilizador pode obter informação sobre os indicadores energéticos sem necessitar de conhecimentos técnicos aprofundados. O programa é de fácil utilização e possui pontos de ajuda para orientar todo o processo, desde a criação de novas empresas, à introdução de dados ou à análise dos indicadores energéticos. O capítulo 3 pretende apresentar e explicar todas as funcionalidades do programa, destacando-se a emissão de relatórios, onde se pode obter toda a informação sobre a gestão energética da empresa, os gráficos de consumos e indicadores ao longo do ano e, ainda, consultar a calendarização das medidas de eficiência energética.

Existe uma infinidade de medidas de eficiência energética que podem ser aplicadas numa organização. Atingir uma maior eficiência energética em conjugação com uma maior gestão das necessidades do edifício, permite que se alcancem menores consumos de energia e, consequentemente, uma poupança bastante significativa na fatura da eletricidade. O papel do Estado na criação de leis e de apoios ao aumento de eficiência

energética é essencial. É necessário dar o exemplo e permitir que as empresas mantenham, ou aumentem, o seu nível de competitividade, apostando em medidas de aumento de eficiência energética. A aposta nas energias renováveis tem hoje um papel importantíssimo na gestão dos recursos, nomeadamente na produção e consumo de energia elétrica. As organizações não conseguem controlar as políticas energéticas ou o preço da energia, no entanto podem melhorar a forma como gerem o seu consumo de energia. Assim, deve partir destas, a vontade de alterar comportamentos e gerir os seus consumos, o que, por si só, lhes trará benefícios claros. As organizações estarão também a contribuir de forma positiva para a preservação dos recursos energéticos e para mitigar os efeitos mundiais do uso excessivo de energia, tal como é o caso do aquecimento global provocado pelas emissões de CO₂ para a atmosfera.

5.2.Trabalho futuro

O programa desenvolvido nesta dissertação é passível de ser melhorado, nomeadamente, devido às limitações encontradas no que toca a técnicas e conhecimento de programação. Esta limitação, ditou que nem todas as funcionalidades pretendidas estivessem presentes no programa.

Em primeiro lugar, a parte gráfica e estética do programa poderia ser um aspeto de maior atenção visto que, apesar de não afetar a funcionalidade, torna o programa mais apelativo, no caso de comercialização do mesmo.

O programa pode ainda ser atualizado para que faça comparação entre meses de anos diferentes ou períodos de tempo à escolha do utilizador. Esta funcionalidade permitirá ao utilizador ter uma noção dos consumos no período desejado.

A realização de novos sistemas de compras, monitorização de produção e de contabilidade é visto como vantajoso e com importância para projetos futuros. Havendo, por exemplo, a possibilidade de agregar o programa realizado, a sistemas já existentes com as funcionalidades acima descritas, no sentido de haver troca de dados e informações.

Além dos cálculos de indicadores energéticos, a introdução de análises de custos, pode trazer vantagens, no que toca a uma a uma gestão energética mais proveitosa. O utilizador poderia inserir custos de energia, custos de produção e outros, para que seja feita uma análise conjunta de variados consumos. Com a introdução de novos e outro tipo de gastos nas funcionalidades de programa, é possível pensar também na expansão das análises energéticas de uma só empresa, para um conjunto de empresas. Isto é, poderia mostrar-se útil analisar os consumos de todas as empresas de um dado grupo, com o propósito de informar, a gestão de topo do grupo, sobre os gastos de todas as empresas e qual a percentagem correspondente de encargos de cada uma.

Na eventualidade da comercialização de um programa deste tipo, torna-se necessário e evidente a criação de uma equipa de apoio ao utilizador, para que sejam aplicadas melhorias e preenchidas as necessidades dos utilizadores (mesmo que fosse apenas uma fase inicial).

Referências Bibliográficas

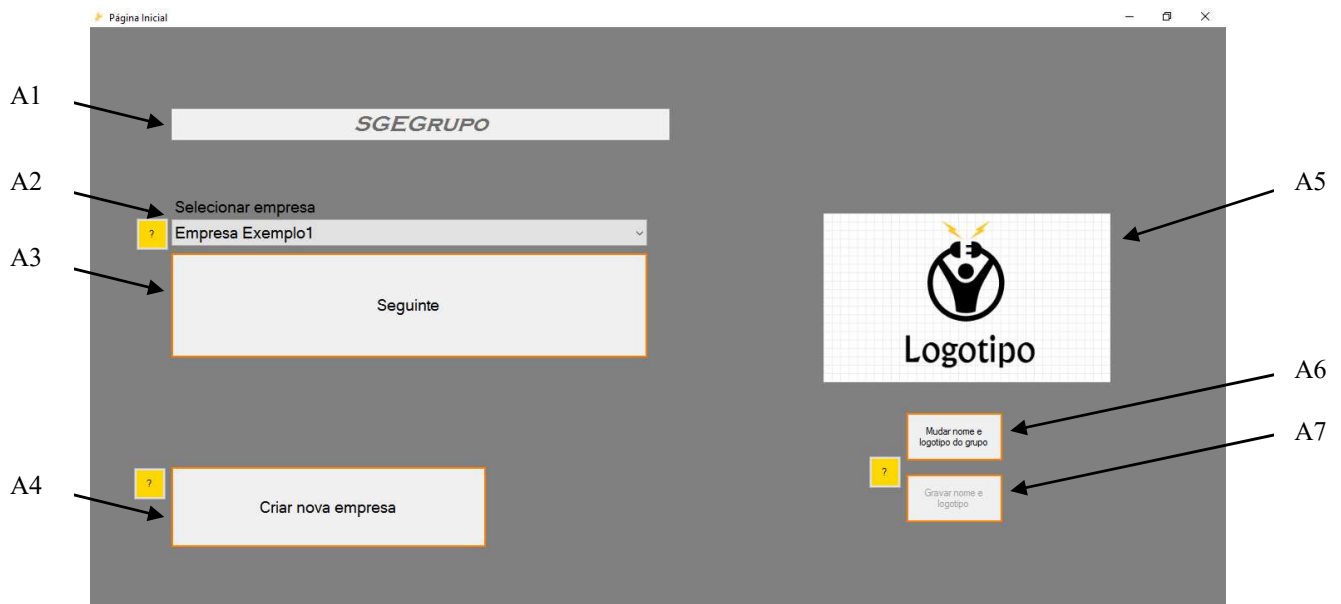
- [1] G. Carvalho, “Estratégia Europeia para a Energia e Alterações Climáticas”, 2008.
- [2] "Despacho n.º 17313/2008", *Diário da República*, vol.2, no. 122, pp. 27912-27913, 2008.
- [3] AIDA (Associação Industrial do Distrito de Aveiro), “Sistema de Gestão Energética”, 2014.
- [4] Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia, "Diretiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho", *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 64-85. 2006.
- [5] "Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013", *Diário da República*, vol.1, no. 70, pp. 2022-2091, 2013.
- [6] D. Brooks, D. Sabin & S. Bhatt, "About the Power Quality Data Interchange Format (PQDIF)", 2016.
- [7] BizEE Energy Lens, "Saving Energy is Easy When You Can See Exactly How You're Using It...", 2016. [Online]. Disponível: www.energylens.com
- [8] P. Neto, "Monitorização de Energia", *ViGIE*, Maio, 2016. [Online]. Disponível: www.vigiesolutions.com
- [9] J. S. Mcmenamin, “Defining Normal Weather for Energy and Peak Normalization,” 2008.
- [10] Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia, "Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho", *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 1-50. 2012.
- [11] I. Soares, *Eficiência Energética e a ISO 50001*. Lisboa, Portugal: Edições Sílabo, 2015.
- [12] "Decreto-Lei n.º 68-A/2015", *Diário da República*, vol.1, no. 84, 2015.
- [13] "Decreto-Lei n.º 118/2013", *Diário da República*, vol.1, no. 159, 2013.
- [14] "Decreto-Lei n.º 250/2015", *Diário da República*, vol.1, no. 231, 2015.
- [15] "Portaria n.º 228/90", *Diário da República*, vol.1, no. 72, 1990.
- [16] A. de Sá, *Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética*. 2ª edição. Porto, Portugal: Publindústria, 2010.
- [17] P. Capros, "Summary Description", em *The PRIMESEnergy System Model*. Atenas, Grécia: NTUA.
- [18] Capterra, "Top Energy Management Software Products", 2016. [Online]. Disponível: www.capterra.com/energy-management-software/

Anexo 1 – Manual de utilizador

Instalação do Programa

O programa SGEGrupo não requer instalação, apenas necessita de ser colocado na pasta “C:\” do seu computador.

Página Inicial



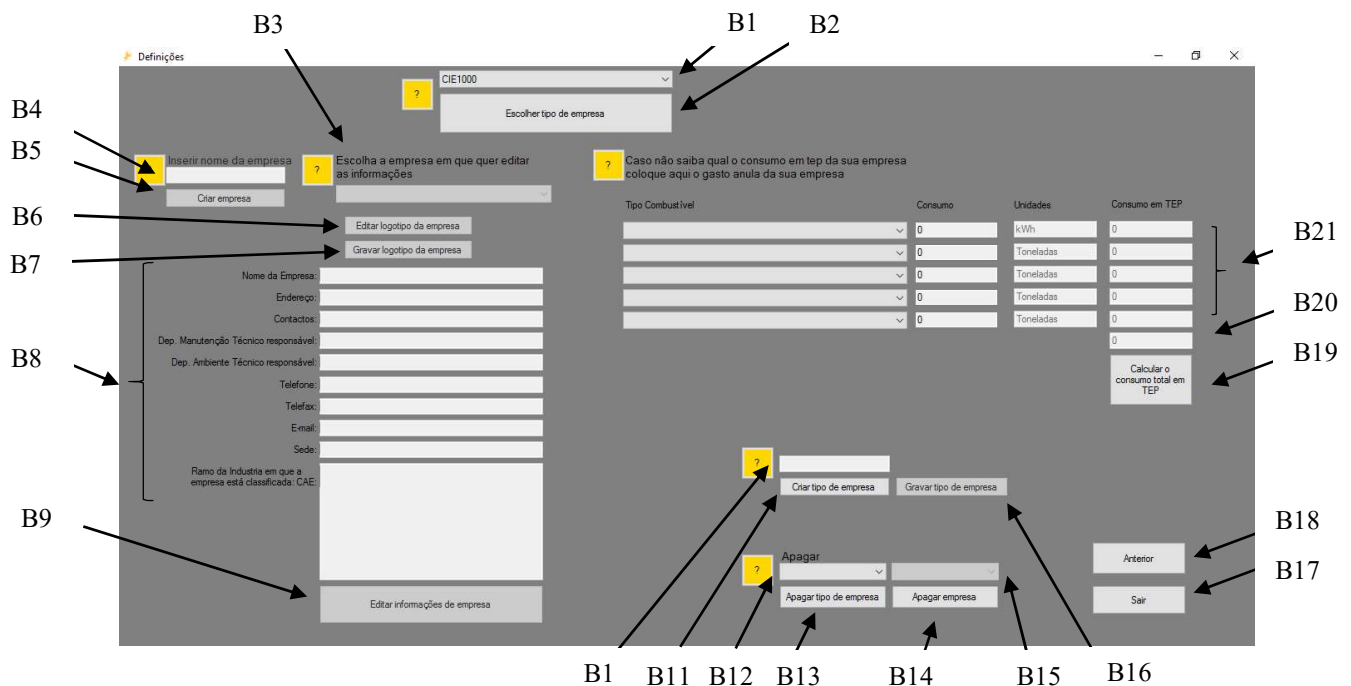
Mudar logotipo e nome do grupo de empresas

1. Carregue no botão A6
2. Escolha a imagem do logotipo na caixa de diálogo que apareceu
3. Carregue em abrir na caixa de diálogo
4. Aparecerá a imagem escolhida em A5
5. Mude o nome do grupo de empresas em A1
6. Carregue no botão A7

Escolher uma empresa

1. Escolha a empresa na caixa combo A2
2. O botão A3 ficará ativo. Clique no mesmo
3. A página principal da empresa abrir-se -á

Página de Definições



Criar Nova empresa

1. Escolha o tipo de empresa em B1
2. Clique no botão B2
3. Escreva o nome da empresa na caixa de texto B4
4. Clique em B5

Editar logotipo de uma empresa

1. Escolha o tipo de empresa em B1
2. Clique no botão B2
3. Escolha a empresa em B3
4. Clique em B6
5. Escolha o logotipo na caixa de diálogo que abriu
6. Clique em B7 para gravar o logotipo no sistema

Editar dados de uma empresa

1. Escolha o tipo de empresa em B1
2. Clique no botão B2
3. Escolha a empresa em B3
4. Edite as várias caixas de texto B8
5. Clique no botão B9 para gravar a informação

Apagar empresa

1. Escolha o tipo de empresa em B12
2. Escolha a empresa em B15
3. Clique no botão B14
4. Será apagada toda a informação referente à empresa escolhida

Apagar tipo de empresa

1. Escolha o tipo de empresa em B12
2. Clique no botão B13
3. Serão apagadas todas as empresas referentes a este tipo de empresas

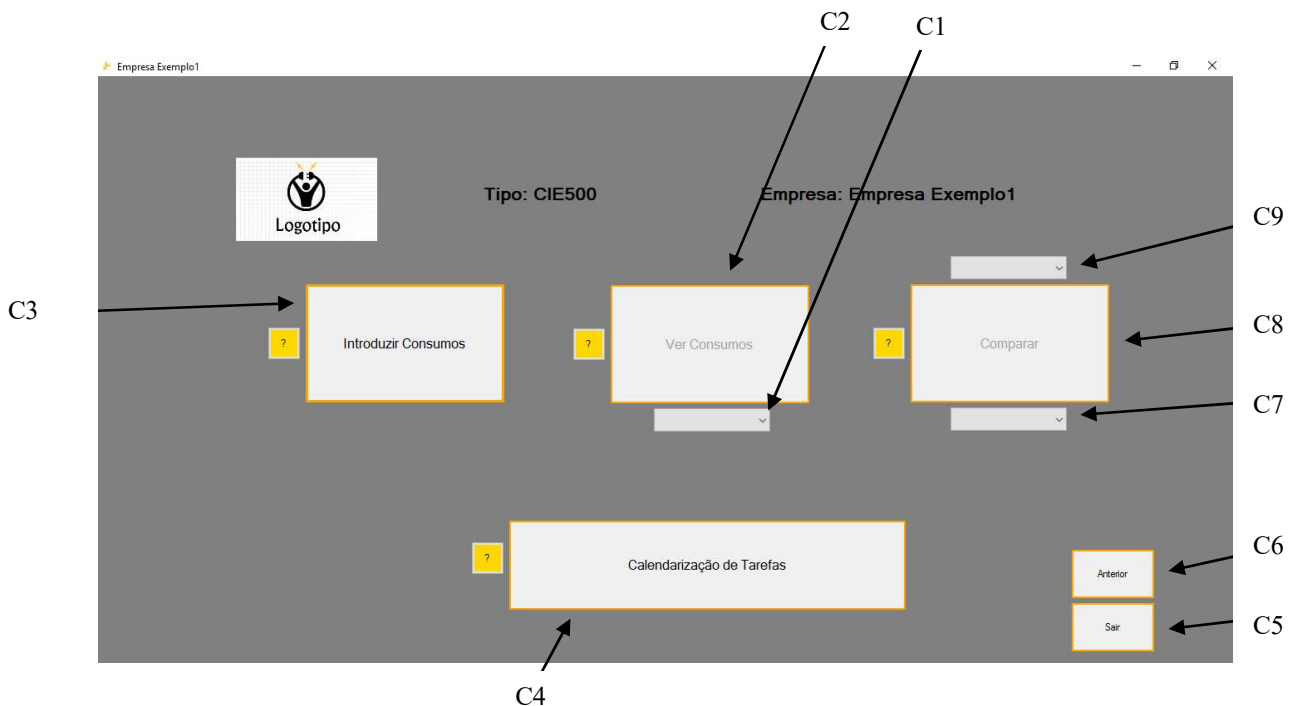
Ver o consumo em tep para decisão do tipo de empresa

1. Escolha o tipo de energia e preencha o respectivo consumo nas caixas B21 tendo em atenção as unidades. No ponto de ajuda estão presentes algumas conversões possivelmente necessárias
2. Clique no botão B19
3. Irá aparecer o consumo total em Tep na caixa de texto B20

Sair ou retroceder

1. Para retroceder para a página inicial clique em B18
2. Para sair do programa clique em B17

Menu principal de uma empresa



Ir para página de introdução de consumos

1. Clique em C3
2. Irá abrir a página onde poderá introduzir os dados energéticos da empresa

Ir para página de consulta de consumos energéticos

1. Escolha o ano em que quer consultar os consumos em C1
2. Clique no botão C2
3. Irá abrir a página onde poderá consultar os dados energéticos do ano escolhido e ainda poderá produzir um relatório

Ir para página de comparação de anos

1. Escolha o primeiro ano da comparação em C9
2. Escolha o segundo ano da comparação em C7
3. Clique em C8
4. Aparecerá um aviso da legislação em vigor para o tipo de empresa escolhido
5. Abrirá a página com a comparação dos dois anos e dos respetivos indicadores energéticos

Ir para página de calendarização de medidas energéticas

1. Clique em C4
2. Abrirá a página onde pode editar a calendarização de medidas de eficiência energética

Página de introdução de consumos

Criar novo ano

1. Insira o ano pretendido em D8
2. Clique no botão D7

Introduzir consumos energéticos em empresas sem frota

1. Escolha um ano em D6 (Caso não exista o ano pretendido ver “Criar novo ano”)
2. Escolha um mês em D5
3. Escolha os tipos de combustíveis usados na empresa

4. Escreva os consumos de cada um dos combustíveis tendo em conta as unidades, no ponto de ajuda existem valores de conversão que podem ser necessários
5. Escreva, caso exista, em D2 a produção da empresa nesse mês
6. Escreva, caso exista, em D1 o Valor Acrescentado Bruto da empresa nesse mês
7. Clique em D11
8. Os dados inseridos serão guardados no sistema

Introduzir consumos energéticos em empresas com frota

1. Escolha um ano em D6 (Caso não exista o ano pretendido ver “Criar novo ano”)
2. Escolha um mês em D5
3. Escolha os tipos de combustíveis usados na empresa
4. Escreva os consumos de cada um dos combustíveis tendo em conta as unidades, no ponto de ajuda existem valores de conversão que podem ser necessários
5. Escreva, caso exista, em D2 a produção da empresa nesse mês
6. Escreva, caso exista, em D1 o Valor Acrescentado Bruto da empresa nesse mês
7. Coloque o valor que irá ser multiplicado pelo consumo específico para cálculo da redução do CE num dado número de anos na caixa de texto D12. Este número está situado entre 0.9 e 1
8. Coloque em D13 o número de anos em que é previsto estar concluído o plano de racionalização de energia
9. Coloque o total de km realizados no mês escolhido na caixa de texto D14
10. Na caixa combo D16 escolha o último parâmetro de cálculo do consumo específico
11. Na caixa de texto D5 digite o valor do parâmetro escolhido
12. Clique em D11
13. Os dados inseridos serão guardados no sistema

Página de visualização de dados e gráficos, e de geração de relatórios

E1

Consumos Energéticos

Logo

Tipo: CIE500 Empresa: Empresa Exemplo1 Ano: 2014

Mês	Elettricidade [kWh]	Gas Natural [Ton]	Gas natural liquefeito [Ton]	Gasoleo [Ton]	[Ton]	Consumo tep	GEE (kgCO2e)	Produção (Uni)	VAB (euros)	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbónica
Janeiro	117 312,00	0,00	11,27	1 179,86	0,00	118 503,13	3 084 492,59	325 088,0	246 965,15	0,48	0,48	26,03
Fevereiro	131 289,00	0,00	20,26	1 179,86	0,00	132 489,11	3 110 178,70	325 088,0	246 965,15	0,54	0,54	23,47
Março	134 711,00	0,00	10,42	821,64	0,00	135 543,06	2 155 370,61	399 389,0	264 466,21	0,51	0,51	15,90
Abril	141 760,00	0,05	15,45	685,49	0,00	142 460,98	1 817 627,40	371 748,0	241 758,06	0,59	0,59	12,76
Maio	139 120,00	0,00	13,60	921,01	0,00	140 054,61	2 421 513,60	395 959,0	241 101,59	0,58	0,58	17,29
Junho	130 221,00	0,00	14,08	745,13	0,00	130 980,20	1 967 874,82	298 179,0	304 080,00	0,43	0,43	15,02
Julho	131 962,00	0,00	17,00	527,72	0,00	132 506,72	1 413 795,59	457 800,0	304 080,00	0,44	0,44	10,67
Agosto	73 507,00	0,00	5,52	377,04	0,00	73 889,55	991 162,49	48 211,0	-8 214,00	0,00	0,00	13,41
Setembro	150 648,00	0,00	19,61	472,75	0,00	151 140,36	1 279 061,86	578 643,0	416 051,00	0,36	0,36	8,46
Outubro	162 015,00	0,05	19,61	1 096,36	0,00	163 131,01	2 892 451,01	471 685,0	298 496,00	0,55	0,55	17,73
Novembro	140 985,00	0,00	15,40	661,32	0,00	141 661,72	1 754 851,08	482 392,0	257 503,00	0,55	0,55	12,39
Dezembro	99 260,00	0,00	12,57	750,56	0,00	100 023,13	1 977 612,95	345 344,0	131 705,00	0,76	0,76	19,77
Total	1 552 790,00	0,00	174,79	9 418,71	0,00	1 562 383,49	24 865 992,69	4 499 526,0	2 944 957,16	0,53	0,53	15,92
Média	129 399,17	0,00	14,57	784,89	0,00	130 198,63	2 072 166,06	374 960,5	245 413,10	0,48	0,48	16,08

E10

E2

E3

Escolha o ano de referência do relatório

Coloque o defletor para o VAB

1

?

Abbr gráfico Tep

Abbr gráfico Produção

Abbr gráfico VAB

Abbr gráfico IE

Abbr gráfico CE

Abbr gráfico IC

Ver dados

Anterior

Sair

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E11

E12

E13

E14

Consumos Energéticos

Logo

Tipo: Transportes Empresa: Empresa Transportes Ano: 2012

Mês	Elettricidade [kWh]	Gasoleo [Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	Consumo tep	GEE (kgCO2e)	Nº km realizados	Nº de Veículos	Consumo Específico	Redução prevista	Intensidade Carbónica
Janeiro	432,00	28 233,00	0,00	0,00	0,00	28 665,00	73 038 686,30	91 243,00	12,00	26180,09	1309,00	2548,01
Fevereiro	398,00	27 233,00	0,00	0,00	0,00	27 631,00	70 451 689,30	87 000,00	12,00	26466,48	1323,32	2549,73
Março	452,00	29 999,00	0,00	0,00	0,00	30 451,00	77 607 323,00	90 241,00	12,00	28120,07	1406,00	2548,60
Abril	421,00	27 787,00	0,00	0,00	0,00	28 208,00	71 884 885,64	86 625,00	12,00	27136,12	1356,81	2548,39
Maio	402,00	26 143,00	0,00	0,00	0,00	26 545,00	67 631 862,57	85 696,00	12,00	25813,15	1290,66	2547,82
Junho	412,00	27 333,00	0,00	0,00	0,00	27 745,00	70 710 389,00	89 013,00	12,00	25974,67	1298,73	2548,58
Julho	370,00	25 000,00	0,00	0,00	0,00	25 370,00	64 674 925,00	77 523,00	12,00	27271,48	1363,57	2549,27
Agosto	421,00	27 420,00	0,00	0,00	0,00	27 841,00	70 935 457,74	78 910,00	12,00	29401,64	1470,08	2547,88
Setembro	523,00	32 037,00	0,00	0,00	0,00	32 560,00	82 879 622,89	83 003,00	12,00	32689,58	1634,48	2545,44
Outubro	677,00	40 137,00	0,00	0,00	0,00	40 814,00	103 834 298,59	92 017,00	12,00	36962,37	1848,12	2544,09
Novembro	513,00	30 177,00	0,00	0,00	0,00	30 690,00	78 067 808,47	79 071,00	12,00	32344,35	1617,22	2543,75
Dezembro	412,00	25 556,00	0,00	0,00	0,00	25 968,00	66 113 295,33	77 001,00	12,00	28103,53	1405,18	2545,95
Total	5 433,00	347 055,00	0,00	0,00	0,00	352 488,00	897 830 243,84	1 017 343,00	12,00	28873,25	1443,66	2547,12
Média	452,75	28 921,25	0,00	0,00	0,00	29 374,00	74 819 186,99	84 778,58	12,00	28871,96	1443,60	2547,29

E15

Escolha o ano de referência do relatório

Coloque o defletor para o VAB

1

?

Abbr gráfico Tep

Abbr gráfico CE

Abbr gráfico IC

Ver dados

Anterior

Sair

Visualização de dados

1. No campo E1 podem ser consultados os dados energéticos referentes ao ano escolhido. No que diz respeito a empresas com frota os dados mostrados nesta área mudam ligeiramente como pode ser visto em E14.

Produção de Relatórios

1. Escolha o ano de referência em E2, ou seja, o ano para comparação com o ano escolhido para a visualização dos dados.
2. Escolha o defletor do Valor Acrescentado Bruto, em E3. Este valor pode ser obtido através do site do SGCIE.
3. Clique no botão E4 criar relatório. Será gerado um relatório de execução e progresso com os seguintes tópicos:
 - a. Dados da empresa
 - i. Identificação da empresa
 - ii. Metas a cumprir
 - b. Produção, VAB e consumo de energia
 - i. Dados fornecidos pela empresa
 - ii. Dados mensais da produção
 - iii. Dados Mensais do Valor Acrescentado Bruto (VAB)
 - iv. Dados mensais do consumo de energia
 - v. Dados Mensais dos Consumos Específicos Globais
 - c. Avaliação das medidas de economia de energia
 - d. Avaliação da evolução dos indicadores CE, IE e IC.
4. Após a geração do relatório gravar sempre o pdf em algum lugar do pc, caso não o faça existem possibilidades de se gerar um erro no programa.

Página de calendarização de medidas de eficiência energética

Calendarização

Logotipo

Tipo: Transportes Empresa: Transportes1

Calendarização das medidas de Eficiência Energética

Data	Descrição	Estado
28 de novembro de 2016		
28 de novembro de 2016		
28 de novembro de 2016		
28 de novembro de 2016		
28 de novembro de 2016		

Guardar

Anterior

Sair

F1

F2

F3

F4

Inserir medidas de eficiência energética

1. Escolha a data prevista para a realização da medida de eficiência energética em F1
2. Escreva em F2 a descrição da medida de eficiência energética. Assim como toda a informação que ache oportuna como por exemplo o operário ou equipa que irá realizar essa medida.
3. Escolha em F3 o estado da medida descrita anteriormente. Poderá escolher entre: “cumprida”, “adiada” ou “Em dia. Por realizar”

Página de comparação de dados e indicadores energéticos

Comparação entre dois anos

Logotipo

Tipo: CIE500 Empresa: Empresa Exemplo1

G1

G2

Ano	Produção	VAB	Consumo (Tep)	Emissões de GEE	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbônica
2014	4 499 526,00	2 944 957,16	1 562 383,49	24 865 992,69	0,53	0,35	15,92
2015	4 435 000,00	2 691 786,00	1 481 266,00	21 434 472,95	0,55	0,33	14,47
Variação (%)	-1,43	-8,60	-5,19	-13,80	3,77	-5,71	-9,11

Anterior

Sair

Comparação de indicadores energéticos

1. Em G1 podem ser vistos os dados anuais dos indicadores energéticos
2. Em G2 está demonstrada a variação entre os dois anos escolhidos. De salientar que esta variação adota a cor verde caso haja uma melhoria energética, e cor vermelha caso não se verifique diminuição dos indicadores energéticos.

Anexo 2 – Tipos de combustíveis

Tabela 7 - Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão para Combustíveis (Despacho n.º 17313/2008)

Combustível	PCI ¹¹ (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE ¹² (kgCO ₂ e/GJ)	FE (kgCO ₂ e/tep)
Antracite	26,7	0,638	98,2	4111,4
Betume / Alcatrão	40,2	0,96	80,6	3374,6
Biogasolina e Biodiesel	27	0,645	0	0
Briquetes de lignite	20	0,478	101,1	4232,9
Briquetes de turfa	16 — 16,8	0,382 — 0,401	105,9	4433,8
Carvão betuminoso	25,8	0,616	94,5	3956,5
Carvão sub -betuminoso	18,9	0,451	96	4019,3
Carvão vegetal	29,5	0,705	0	0
Combustível para motor (gasolina)	44 — 45	1,051 — 1,075	69,2	2897,3
Coque de Carvão	28,2	0,674	94,5	3956,5
Coque de forno / lignite ou gás	28,2 — 28,5	0,674 — 0,681	107	4479,9
Coque de Petróleo	31 — 32,5	0,740 — 0,776	97,5	4082,1
Etano	46,4	1,108	61,6	2579,1
Fuelóleo pesado	40 — 40,4	0,955 — 0,965	77,3	3236,4
Fuelóleo	41,2	0,984	77,3	3236,4
Gás de Alto Forno	2,5	0,06	259,4	10860,6
Gás de coqueria e de fábricas de Gás	38,7	0,924	44,7	1871,5
Gás de forno de acearia a oxigénio	7,1	0,17	171,8	7192,9
Gás de petróleo liquefeito	46 — 47,3	1,099 — 1,130	63	2637,7
Gás de Refinaria	49,5	1,182	51,3	2147,8
Gás natural (superior a 93 % de metano)	47,2 — 48	1,127 — 1,146	56,1	2348,8
Gás natural liquefeito	44,2 — 45,2	1,056 — 1,080	64,1	2683,7
Gás natural	45,1	1,077	64,1	2683,7
Gases de aterro/ lamas de depuração e outros biogases	50,4	1,204	0	0
Gasóleo / Diesel	42,3 — 43,3	1,010 — 1,034	74	3098,2
Hulha	17,2 — 30,7	0,411 — 0,733	97,5	4082,1
Lignite castanha	5,6 — 10,5	0,134 — 0,251	101,1	4232,9
Lignite negra	10,0 — 21	0,239 — 0,502	101,1	4232,9
Lubrificantes, ceras parafinicas e outros produtos Petrolíferos	40,2	0,96	73,3	3068,9
Madeira / resíduos de Madeira	13,8 — 15,6	0,330 — 0,373	0	0

¹¹ Poder calorífico Inferior

¹² Fator de emissão

Matérias -primas para refinaria	43	1,027	73,3	3068,9
Metano	50	1,194	54,9	2298,6
Monóxido de Carbono	10,1	0,241	155,2	6497,9
Nafta química / Condensados de gasolina	44,5	1,063	73,3	3068,9
Óleo de xisto	38,1	0,91	73,3	3068,9
Óleos usados	40,2	0,96	73,3	3068,9
Orimulsão	27,5	0,657	76,9	3219,6
Outra biomassa primária sólida	11,6	0,277	0	0
Outros biocombustíveis Líquidos	27,4	0,654	0	0
Peletes / briquetes de madeira	16,8	0,401	0	0
Petróleo Bruto	42,3	1,01	73,3	3068,9
Querosene	43,8	1,046	71,8	3006,1
Resíduos Industriais	7,4 — 10,7	0,177 — 0,256	142,9	5982,9
Turfa	7,8 — 13,8	0,186 — 0,330	105,9	4433,8
Xisto betuminoso	8 — 9	0,191 — 0,215	106,6	4463,1

Anexo 3 - Possíveis Medidas de Eficiência Energética

Para a indicação de possíveis medidas de eficiência energética dividiu-se a indústria em oito partes, sendo elas as perdas elétricas em redes de distribuição, iluminação, equipamentos térmicos, força motriz, ar comprimido, sistemas frigoríficos, sistemas de bombagem e sistemas de ventilação. Visa-se assim chegar a todos os pontos da indústria e enumerar algumas possíveis medidas de melhoria energética.

Em termos de perdas elétricas em redes de distribuição pode-se adotar as seguintes medidas:

- Utilizar transformadores com elevado rendimento: perdas mínimas em carga e em vazio;
- Dimensionar os transformadores de acordo com a utilização;
- Substituir os quadros gerais de baixa tensão antigos (anos 80) por novos quadros;
- Substituir conversores antigos por novos, poupança até 15%;
- Reduzir as perdas por efeito de Joule em resultado de maiores secções dos condutores;
- Implementar um sistema de gestão de energia;
- Instalar arrancadores eletrónicos nos motores elétricos;
- Instalar compensação do fator de potência próximo das cargas;
- Instalar filtros de harmónicas junto das fontes de maior poluição da rede;
- Desligar os equipamentos elétricos quando não são necessários;
- Instalar uma alimentação sem interrupção, um compensador automático em tempo real, um regulador eletrónico dinâmico de tensão;
- Utilizar bateria de condensadores automática;
- Instalar contadores de energia (por departamento, secção e andar);
- Detetar pontos quentes nos quadros e cabos elétricos (por termografia de infravermelhos);
- Reapertar barramentos e cabos elétricos;
- Limpar pontos de contacto (para evitar risco de corrosão).

Em termos de iluminação dá-se os seguintes conselhos práticos:

- Desligar a iluminação nos períodos de paragem, através de:
 - Intervenção humana,
 - Sensores de presença,
 - Relógios programáveis,
 - Relógios astronómicos,
- Utilizar iluminação natural;
- Manter os sistemas de iluminação limpos (lâmpadas, luminárias, refletores e difusores);
- Optar por lâmpadas de elevada eficiência luminosa (tecnologia LED);
- Utilizar equipamentos mais eficientes (armaduras, balastros, refletores);
- Aplicação de balastros eletrónicos (reduções na ordem dos 20 a 30%).

No que diz respeito a equipamentos térmicos aconselha-se:

- A limpeza às superfícies das trocas de calor;
- A implementação de um eliminador de ar automático para quando o sistema de vapor volta a ser ligado;
- Uso de separador de humidade e purgadores para reduzir a humidade do vapor na rede de distribuição;
- Isolamento dos equipamentos;
- Realização de inspeções e verificações periódicas às válvulas;

- Implementação de sistema de recuperação de calor de gases de exaustão.

Para a força motriz aconselha-se:

- Utilização de motores não sobredimensionados;
- Utilização de motores de alto rendimento;
- Utilização de transmissões mecânicas eficientes (evitar correias trapezoidais e planas ou não síncronas e engrenagens de dentes e de tipo sem-fim);
- Instalação de contadores elétricos numa base permanente ou periódica;
- Utilização um variador eletrónico de velocidade (VEV) de modo a ajustar com precisão a velocidade de rotação do motor em função das necessidades;
- Instalação de compensação do fator de potência próximo das cargas;
- Instalação de filtros de harmónicas junto das fontes de maior poluição da rede;
- Desligar os equipamentos elétricos quando não são necessários;
- Ajuste da tensão das correias;
- Ajuste e afinação dos alinhamentos dos sistemas de acionamento;
- Lubrificação dos rolamentos numa base regular, de acordo com as especificações do fabricante;

O ar comprimido é uma importante parte da indústria. As medidas possíveis de melhoria são:

- Instalar um sistema com vários valores de pressão (sistemas ou redes multi-pressão), separados ou ligados (com utilização de sobrepressores locais). Reduzir a pressão de 7 bar para 6 bar conduz a uma economia de energia de 8% em média;
- Instalar recuperador de calor: valorização no processo ou no aquecimento das instalações;
- Reduzir a temperatura do ar de admissão (1% de economia a cada 3 graus);
- Substituir compressores por novas e melhores máquinas, com menor consumo de energia (por exemplo com mais andares de compressão) e melhor adaptadas às necessidades do sistema;
- Secar e filtrar moderadamente o ar, de acordo com as suas necessidades;
- Aumentar o diâmetro das tubagens
- Reduzir a extensão da rede;
- Explorar rede em anel fechado;
- Limitar cotovelos e mudanças de direção ou secção;
- Colocar os reservatórios de ar próximos de máquinas com grande variação das suas necessidades de ar comprimido;
- Utilizar purgadores de condensados do tipo “sem perdas de ar”;
- Dividir a rede de distribuição em troços com controlos de pressão ou válvulas de seccionamento adequadas. Isolar/fechar os troços da rede que estão fora de serviço;
- Dimensionar adequadamente as capacidades de armazenagem para permitir o funcionamento dos compressores com um rendimento otimizado e evitar arranques-paragens intempestivas;
- Não alimentar máquinas com ar comprimido quando estas estão desligadas (corte da rede por via de válvula solenoide, por exemplo);

- Para limpeza, usar preferencialmente aspiradores elétricos que consomem menos energia do que os insufladores de ar como bicos de sopro ou pistolas de ar;
- Instalar um sistema de regulação de produção de ar comprimido através de um compressor de velocidade variável ou de um controlo automático de todos os compressores em função das necessidades;
- Instalar equipamentos de controlo tais como caudalímetros, contadores de energia elétrica, manómetros, etc;
- Efetuar registos regulares com o devido acompanhamento e controlo, com indicadores;
- Reparar fugas periodicamente;
- Otimizar e verificar as válvulas reguladoras de pressão, os filtros, os lubrificantes, os secadores e os purgadores de condensados;
- Cortar a alimentação de máquinas fora do serviço (por via de válvula solenoide automática, por exemplo);
- Substituir partes de equipamento geradoras de fugas (por exemplo mangueiras).

No caso de organizações que trabalhem com sistemas frigoríficos propõe-se as seguintes medidas:

- Utilizar um compressor mais eficiente, por exemplo, uma unidade com vários andares, e instalar motores de alto rendimento;
- Substituir um compressor sobredimensionado por um mais eficiente, com uma potência adaptada às reais necessidades, eventualmente com um sistema de armazenamento de frio;
- Instalar um recuperador de calor: valorização no processo ou para aquecimento das instalações;
- Instalar condensadores evaporativos, que são mais eficientes do que condensadores do tipo seco;
- Instalar um recuperador de calor no condensador para valorização do calor residual no processo ou para aquecimento ambiente de instalações;
- Instalar portas de acesso/ cortinas de encerramento automático em determinadas zonas;
- Instalar fechaduras tampão e reduzir partes de abertura/ fecho da zona;
- Instalar sistemas de iluminação eficientes;
- Reduzir o tempo de presença humana na zona (uma pessoa gera uma potência calorífica de 80W quando em descanso);
- Utilizar compressores frigoríficos de velocidade variável para ajustar a produção de frio em função da procura;
- Modular em função dos períodos do ano, dos períodos de produção, dos tipos de produção;
- Desligar compressores desnecessários;
- Implementar um sistema de alta pressão e / ou baixa pressão flutuante;
- Instalar uma unidade tampão de armazenamento de frio, se necessário;
- Regular o caudal de ar das baterias de arrefecimento, por exemplo, através da variação eletrónica da velocidade;
- Adotar uma estratégia de descongelação adequada e eficiente;
- Regular o caudal do fluido frigorígeno (através de variação eletrónica de velocidade na bomba do circuito);

- Controlar os caudais de ar nos condensadores (através de variação eletrónica de velocidade nos ventiladores);
- Implementar uma estratégia de sub-arrefecimento otimizada;
- Utilizar o “free-cooling” (arrefecimento natural);
- Ajustar a temperatura de refrigeração, evitando temperaturas mais baixas do que o necessário;
- Controlar e reparar fugas do fluido frigorigéneo no circuito;
- Efetuar a recarga do circuito com fluido frigorigéneo, se necessário;
- Controlar o estado do isolamento térmico do circuito de frio e proceder à sua reparação;
- Purgar o ar que entra no circuito dos condensadores;
- Limpar os condensadores e implementar um dispositivo de verificação regular;
- Limpeza de permutadores de calor;
- Controlo no lado de alta pressão por válvula de flutuador;
- Controlo das descongelações.

No que diz respeito a sistemas de bombagem aconselha-se as seguintes medidas:

- Substituir ou modificar bombas sobredimensionadas;
- Modificar diâmetros dos impulsores de bombas centrífugas;
- Utilizar bombas de rendimento superior;
- Substituir motores sobredimensionados de bombas por outros melhor dimensionados e mais eficientes;
- Utilizar uma pequena bomba auxiliar de aumento de pressão para necessidades específicas (booster);
- Instalar equipamento de medição para controlo de perda de carga;
- Aumentar a secção das tubagens e evitar cotovelos e mudanças de direção desnecessárias;
- Reduzir o comprimento da rede;
- Utilizar várias bombas em paralelo para funcionamento de acordo com as necessidades;
- Instalar contadores volumétricos ou elétricos, caudalímetros;
- Efetuar registos regulares com o devido acompanhamento e controlo, com indicadores;
- Utilizar variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos de bombas, para regulação de caudal, em vez de estrangulamento por meio de válvulas;
- Parar bombas desnecessárias;
- Eliminação de fugas;
- Repor periodicamente as folgas internas das bombas;
- Aplicar um revestimento interno para redução das perdas por atrito na bomba;
- Isolar / fechar qualquer parte do circuito quando não utilizada;
- Efetuar purgas de ar regulares.

Por último apresenta-se possíveis medidas de eficiência energética para sistemas de ventilação:

- Utilizar ventiladores com rendimento máximo;
- Substituir os ventiladores sobredimensionados;

- Substituir os motores sobredimensionados de ventiladores por outros mais adequados e com melhores rendimentos;
- Utilizar um sistema de acionamento do ventilador mais eficiente ao nível da transmissão mecânica (preferencialmente acoplamento direto);
- Utilizar um depurador de ar a fim de reciclar parte do ar / gases de exaustão;
- Utilizar um recuperador de calor (permutador) na exaustão de ar / gases;
- Evitar cotovelos e alterações de secção;
- Aumentar a secção de passagem do fluido na rede e dar preferência à utilização de secções circulares em vez de secções retangulares;
- Considerar a implantação de um sistema de ventilação por deslocamento para substituir um outro de ventilação por mistura;
- Aspirar apenas a quantidade mínima de ar necessária;
- Utilizar captações específicas em locais poluídos em vez de um sistema geral de ventilação;
- Desligar qualquer ventilador quando não utilizado;
- Utilizar variadores eletrónicos de velocidade nos motores elétricos de ventiladores em vez de válvulas de estrangulamento;
- Instalar contadores de deslocamento positivo ou contadores elétricos;
- Efetuar registos periódicos com o devido acompanhamento e controlo com indicadores;
- Equilibrar as pressões na rede: verificar / controlar as pressões e os caudais nos diferentes troços da rede e equilibrar as perdas de carga;
- Limpar / remover poeiras em filtros e condutas[17].

No que diz respeito aos edifícios, em vez de se aconselhar medidas de melhoria, deixa-se algumas questões a refletir no momento de verificar a otimização do desempenho energético, que são:

- A orientação dos espaços de permanência é a sul, nascente ou poente?
- A habitação tem vidros duplos (incolores) em todas as áreas envidraçadas?
- A proporção da área envidraçada orientada a sul é aproximadamente 35% da área global do alçado sul?
- A proporção da totalidade das áreas envidraçadas, em relação à área de pavimento total, é aproximadamente 30%?
- As áreas envidraçadas orientadas a sul, nascente ou poente têm um sistema de proteção solar exterior (estores, palas, portadas) orientável ou regulável que permite controlar o grau de iluminação solar no interior?
- As caixilharias são de qualidade?
- Existem, pelo menos, dois vãos com grelhas de ventilação?
- É possível efetuar uma ventilação cruzada (abrindo janelas com orientações solares diferentes ou opostas) com um sistema de abertura que permite a ventilação em segurança, mesmo quando as pessoas não se encontram em casa?
- A habitação é isolada termicamente de forma adequada, de preferência de forma contínua e pelo exterior, com a espessura de, pelo menos, 6 cm nas paredes e de 10cm na cobertura e com as características térmicas adequadas?
- As paredes da habitação são constituídas por materiais pesados (betão, tijolo) e revestidas com estuque?

- Existem paredes de “Trombe” (sempre orientadas a sul)?
- A cobertura do edifício é (total ou parcialmente) ajardinada ou ocupada por sistemas de energia renováveis?
- Existem espaços com água ou com vegetação junto às janelas?
- Os materiais aplicados nas paredes permitem a permeabilidade ao vapor entre o interior e o exterior?
- O edifício tem sistemas energéticos centralizados?
- O edifício tem um sistema solar térmico para o aquecimento das águas quentes sanitárias?
- Existe um sistema de monitorização contínua instalado no edifício?
- Os eletrodomésticos são de classe A ou A+ ou A++?
- A iluminação elétrica é de baixo consumo?
- A lareira é um recuperador de calor?

Deixa-se aqui uns conselhos para que se consiga uma condução mais eficiente, sustentável, ecológica e responsável:


- Efetuar a partilha dos veículos, sempre que possível, de e para o trabalho;
- Planear antecipadamente os percursos e escolher percursos descongestionados;
- Conduzir suave e eficientemente em antecipação, evitando travagens e mudanças de velocidade inúteis. A antecipação das condições de tráfego, ao evitar travagens e acelerações bruscas, proporciona cerca de 5 a 10% de economia de combustível. Este tipo de condução, dita defensiva, reduz também o desgaste do motor, dos pneus e dos travões;
- Reduzir a velocidade – a condução a velocidades altas aumenta os consumos específicos de combustível;
- A uma velocidade constante, utilizar a mudança mais alta possível;
- Mudar, logo que possível, para a mudança mais alta seguinte, sempre que o tráfego permita;
- Desligar o veículo sempre que esteja em filas de espera prolongadas, desde que este facto não acarrete situações de insegurança;
- Evitar alterar as características aerodinâmicas dos veículos, com barras ou outros acessórios. A partir dos 60 km/h, a resistência aerodinâmica é a principal força a vencer;
- Evitar pesos desnecessários quer no porta bagagens, quer no tejadilho. Além da resistência aerodinâmica, as outras resistências a vencer são ao rolamento e à inércia, ambas dependentes do peso do veículo;
- Executar os planos de manutenção / revisão de acordo com as recomendações do fabricante;
- Utilizar corretamente o ar condicionado de forma a evitar desperdícios energéticos;
- Verificar o consumo do veículo de modo a antecipar a deteção de possíveis anomalias no motor ou sistemas associados[17].

Anexo 4 - Exemplo de Relatório de Execução e Progresso

Relatório de Execução e Progresso (REP)

1. Dados da empresa

1.1 Identificação da empresa

- Nome da Empresa: Empresa Exemplo 1
- Logotipo:

Logotipo
- Endereço: Rua nº1, Lisboa
- Contactos: 910000000
- Dep. Manutenção Técnico responsável: Empresa Exemplo 1
- Dep. Ambiente Técnico responsável: Pessoa2
- Telefone: 254000000
- Fax: 254000000
- E-mail: exemplo@gmail.com
- Sede: Lisboa
- Ramo da Industria em que a empresa está classificada: CAE: 01132 Viticultura

1.2 Metas a cumprir

As Auditorias Energéticas, Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn) e o Relatório de Execução e Progresso (REP) em empresas industriais, são efetuadas de acordo com as normas e disposições aplicáveis constantes no Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de abril, atualizado no Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril, que regula o SGCIE (Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia).

Intensidade Energética

A intensidade energética calcula-se com base no consumo total anual de energia e o Valor Acrescentado Bruto das atividades da empresa tal como se ilustra na fórmula:

$$IE = \frac{C}{VAB} [kgep / \text{€}] \quad (1)$$

C – Consumo total de energia (kgep/ano – quilograma equivalente de petróleo).

VAB – valor acrescentado bruto das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações industriais (€/ano).

Consumo Específico

O Consumo Específico calcula-se com base no consumo anual de energia e o Volume de produção tal como se ilustra na fórmula:

$$CE = \frac{C}{P} [kgep/uni.] \quad (2)$$

C – Consumo total de energia (kgep/ano).

P – Volume de produção (uni/ano).

Intensidade Carbónica

A Intensidade Carbónica calcula-se com base no consumo total anual de energia e a quantidade de emissão anual em kg de CO₂ equivalente tal como se ilustra na fórmula:

$$IC = \frac{kgCO_2e}{C} [kgCO_2e/kgep] \quad (3)$$

kgCO₂e – Emissão anual de CO₂e (quilograma de CO₂ equivalente) (kgCO₂e/ano).

C – Consumo total de energia (kgep/ano).

Na Tabela 1 estão resumidas as obrigações em termos de metas a atingir ao fim de 8 anos.

Tabela 8-Metas a atingir ao fim de 8 anos, para instalações com consumo de energia ≤ 500 tep/ano

Indicador	Fórmula	Meta de Redução
(IE) Intensidade Energética	$IE = \frac{C}{VAB} [kgep / \text{€}]$	4%
(CE) Consumo Específico	$CE = \frac{C}{P} [kgep/uni.]$	4 %
(IC) Intensidade Carbónica	$IC = \frac{kgCO_2e}{C} [kgCO_2e/kgep]$	Manter, no mínimo

2. Produção, VAB e Consumo de Energia

2.1 Dados Fornecidos pela empresa

Na tabela seguinte são indicados os dados fornecidos pela empresa no ano de 2015

Tabela 9- Dados do primeiro semestre fornecidos pela empresa para elaboração do relatório 2015

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Eletricidade [kWh]	100 000	125 000	130 000	130 000	130 000	135 000
Gás Natural [Ton]	20	10	10	14	14	14
Gasóleo [Ton]	750	800	750	600	900	700
[Ton]	0	0	0	0	0	0
[Ton]	0	0	0	0	0	0
Total (tep)	100 770	125 810	130 760	130 614	130 914	135 714
VAB	240 000	260 000	260 000	235 000	235 000	230 000
Produção (uni)	320 000	390 000	400 000	370 000	380 000	290 000

Tabela 3- Dados do segundo semestre fornecidos pela empresa para elaboração do relatório 2015

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tot Ano
Eletricidade [kWh]	125 000	70 000	145 000	150 000	135 000	98 000	1 473 000
Gás Natural [Ton]	17	5	18	18	15	11	166
Gasóleo [Ton]	500	350	450	1 000	600	700	8 100
[Ton]	0	0	0	0	0	0	0
[Ton]	0	0	0	0	0	0	0
Total (tep)	125 517	70 355	145 468	151 018	135 615	98 711	1 481 266
VAB	290 000	-8 214	290 000	290 000	250 000	120 000	2 691 786
Produção (uni)	430 000	45 000	550 000	450 000	470 000	340 000	4 435 000

2.2 Dados Mensais da Produção

Tabela 4- Valor mensal do primeiro semestre de 2015 de material processado em unidades equivalentes.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Produção (uni)	320 000	390 000	400 000	370 000	380 000	290 000

Tabela 5- Valor mensal do segundo semestre de 2015 de material processado em unidades equivalentes.

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Produção (uni)	430 000	45 000	550 000	450 000	470 000	340 000

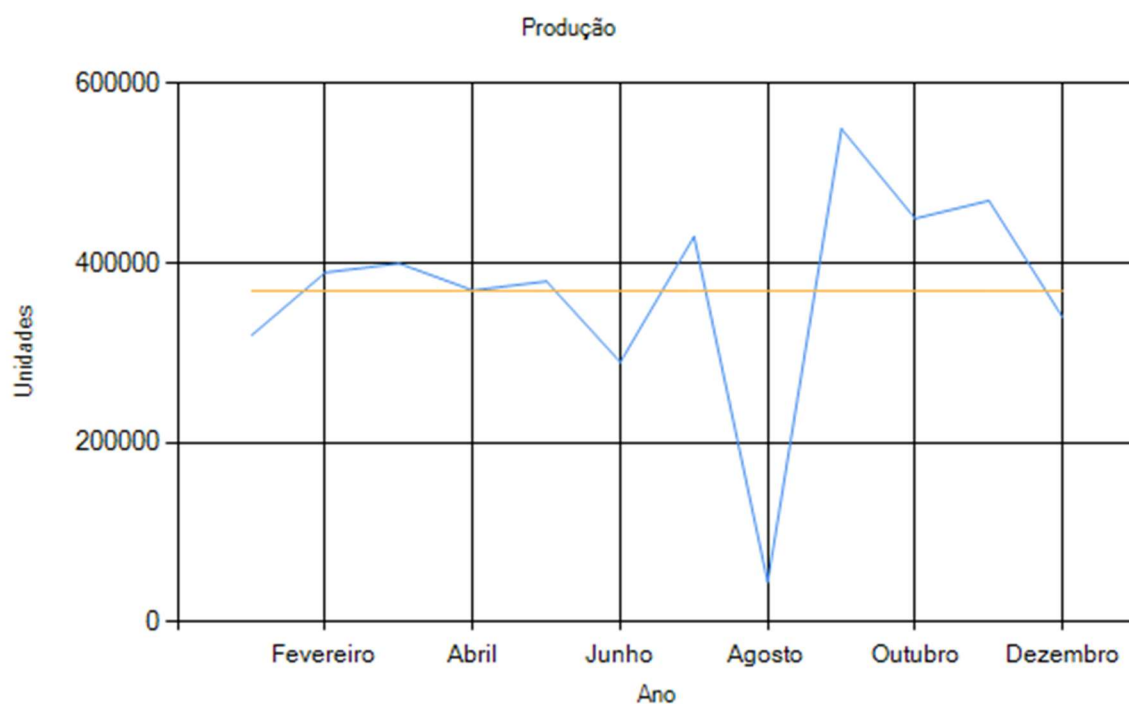


Ilustração 1-Evolução mensal da produção de 2015

2.3 Dados Mensais do Valor Acrescentado Bruto (VAB)

O VAB terá de ser recalculado tendo em conta o defletor correspondente a 1

O VAB de 2014 foi de 2944957,16€, no ano de 2015 o VAB revisto é de 2451786€ conforme se apresenta na Tabela 5.

Tabela 6- Valor mensal do primeiro semestre de 2015 em euros.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
VAB (€)	240 000	260 000	260 000	235 000	235 000	230 000
VAB revisto (€)	240 000	260 000	260 000	235 000	235 000	230 000

Tabela 7- Valor mensal do segundo semestre de 2015 em euros.

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
VAB (€)	290 000	-8 214	290 000	290 000	250 000	120 000
VAB revisto (€)	290 000	-8 214	290 000	290 000	250 000	120 000

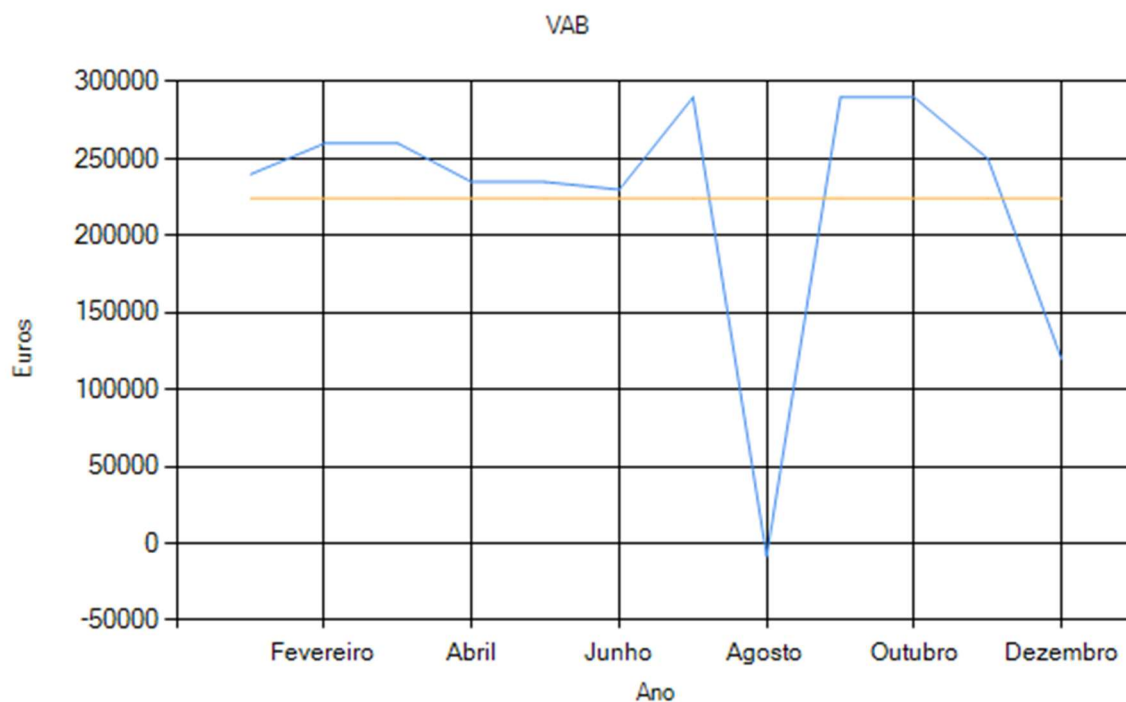


Ilustração 2-Evolução mensal do VAB - Ano de 2015

O VAB mensal em 2015 é apresentado na ilustração 2. Média mensal de 204315,5€.

2.4 Dados mensais do consumo de energia

A energia consumida (Eletricidade, Gas Natural [Ton], Gasoleo [Ton], [Ton] e [Ton]) é convertida em 1 481 266,00 tep e o consumo mensal em 2015 é apresentado no Gráfico 4.

A média mensal de 2015 é 123 438,83 tep.

Tabela 8– Consumos de todos os vetores energéticos do primeiro semestre do ano de 2015

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Eletricidade [tep]	21,50	26,88	27,95	27,95	27,95	29,03
Gas Natural[tep]	21,54	10,77	10,77	15,08	15,08	15,08
Gasoleo[tep]	626,25	668,00	626,25	501,00	751,50	584,50
[tep]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[tep]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 9– Consumos de todos os vetores energéticos do segundo semestre do ano de 2015

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Eletricidade [tep]	26,88	15,05	31,18	32,25	29,03	21,07
Gas Natural[tep]	18,31	5,39	19,39	19,39	16,16	11,85
Gasoleo[tep]	417,50	292,25	375,75	835,00	501,00	584,50
[tep]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[tep]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

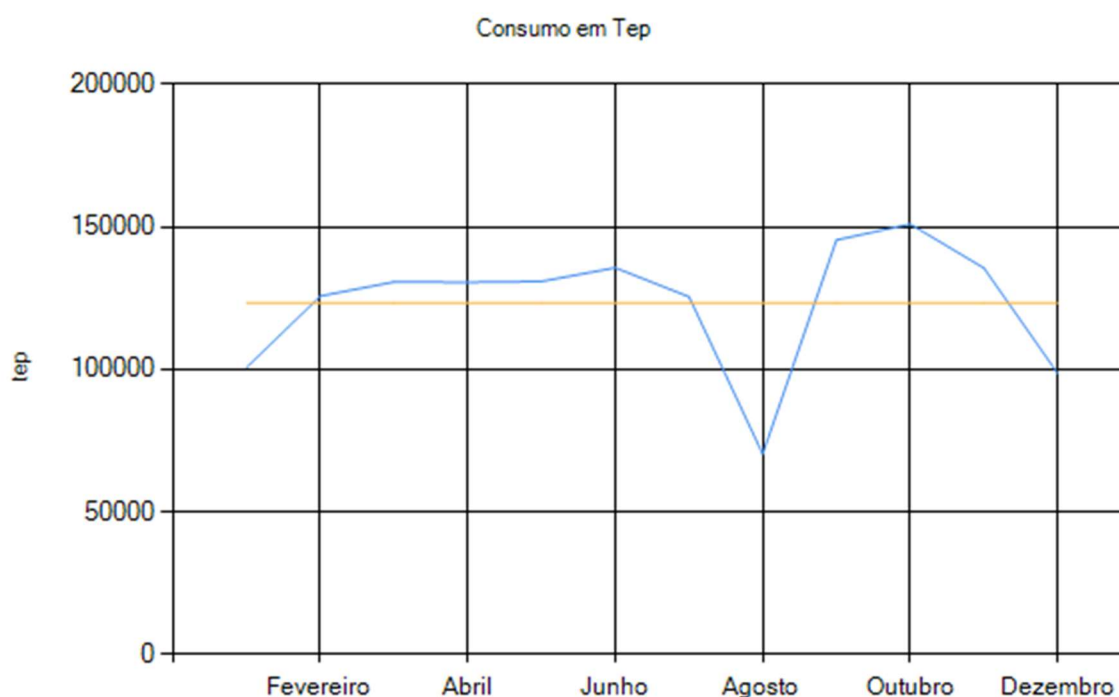


Ilustração 3-Evolução mensal do consumo de energia

2.5 Dados Mensais dos Consumos Específicos Globais

A Intensidade Energética (IE) mensal para o ano de 2015 é apresentada na ilustração 4
O valor de 8 é de 0,530528428467869 kgep/€ e o valor de 2015 é 0.55kgep/€.

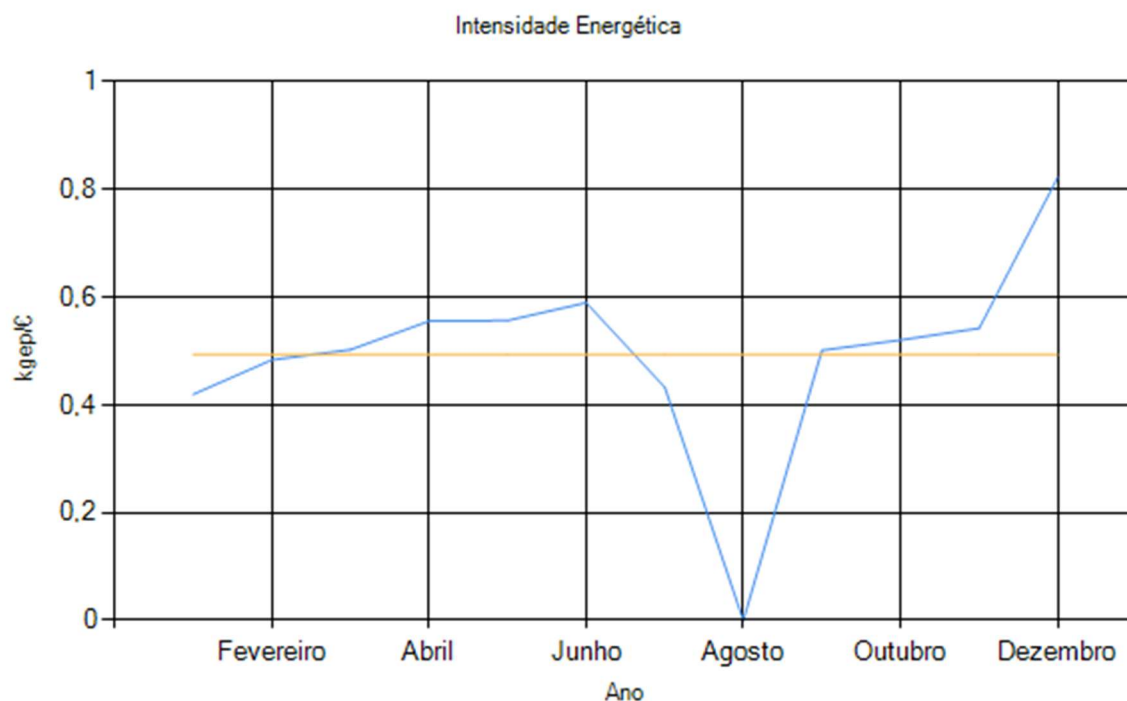


Ilustração 4- Evolução mensal da Intensidade Energética (IE) em kgep/€.

O Consumo Específico (CE) mensal para o ano de 2015 é apresentada na ilustração 5
O valor de 8 é de 0,347232907199558 kgep/uni e o valor de 2015 é 0.55kgep/uni.

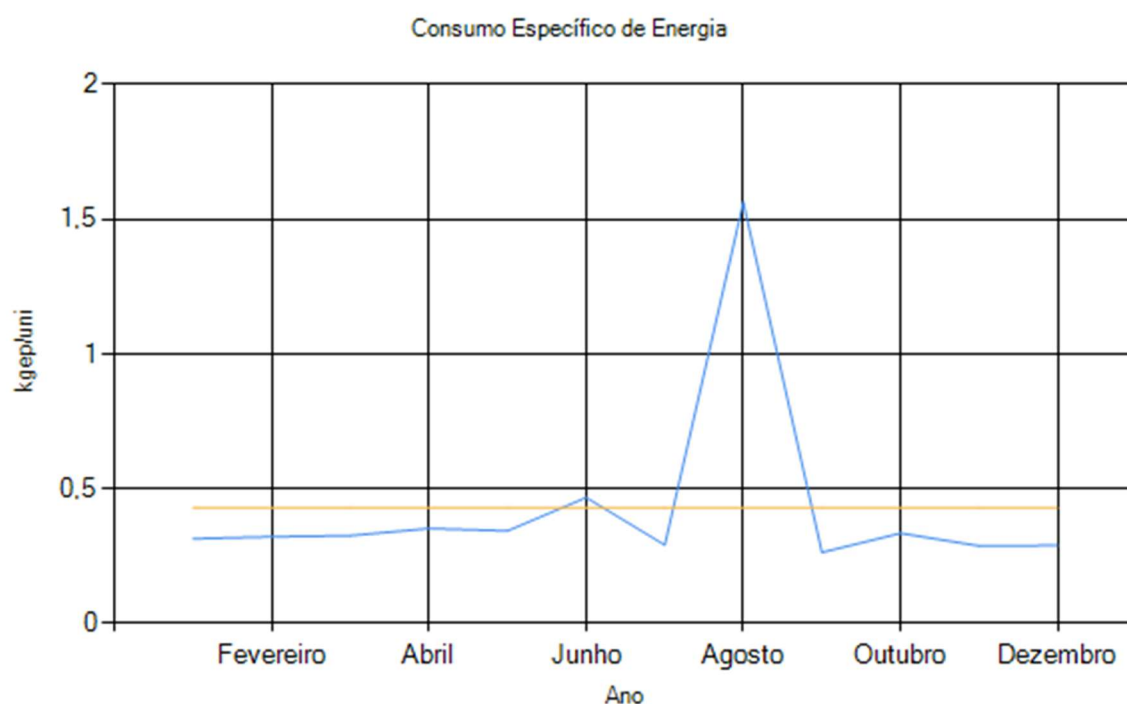


Ilustração 5- Evolução mensal da Consumo Específico (CE) em kgep/uni.

A Intensidade Carbónica (IC) mensal para o ano de 2015 é apresentada na ilustração 6
 O valor de 8 é de 0,347232907199558 kgep/uni e o valor de 2015 é 0.55kgep/uni.

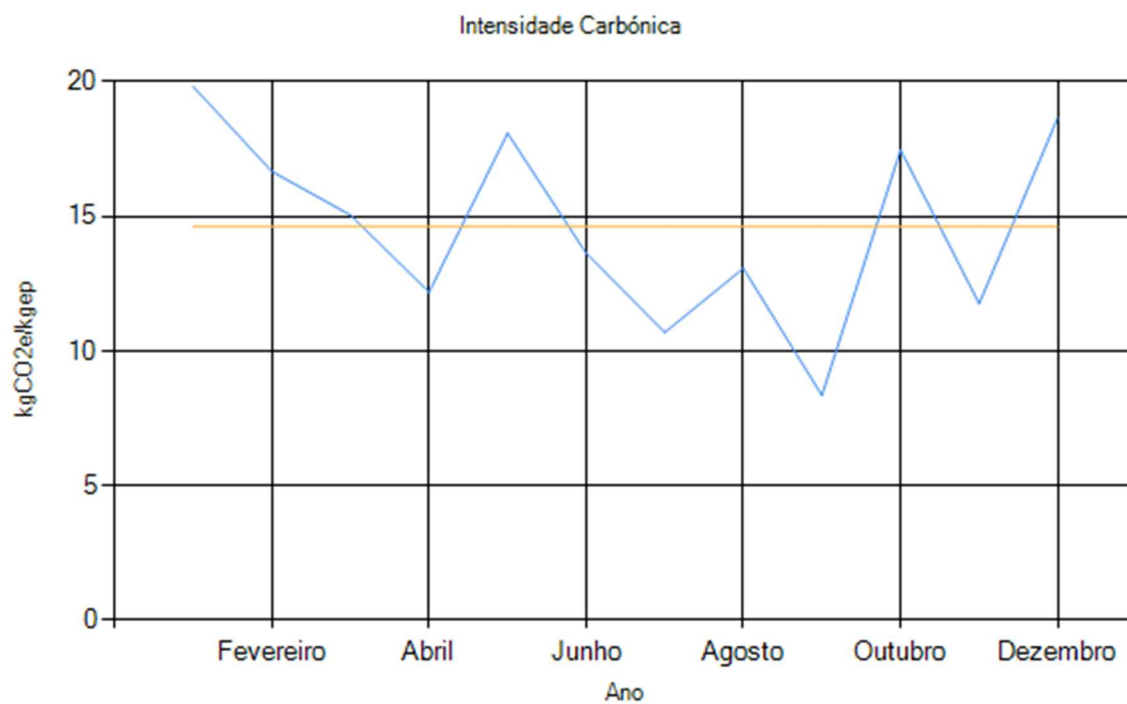


Ilustração 6- Evolução mensal da Intensidade Carbónica (IC) em kgCO₂e/kggep.

3. Avaliação das Medidas de Economia de Energia

Apresenta-se na Tabela 7 o conjunto de medidas propostas para implementar no PREn a vigorar de 2014-2022

Tabela 10– Lista de ações de redução do consumo de energia.

Data	Tarefas a realizar	Estado da tarefa

4. Avaliação da evolução dos indicadores CE, IE e IC

Tabela 11– Resumo dos indicadores energéticos no fim de 2015

Indicador	Valor de referência PREn	Valor previsto ao fim de 8 anos	Valor no fim de 2015	Variação em 2015 referenciada a 2014em %
Intensidade Energética (IE)	0.53	0.51	0.55	3,59 %
Consumo Específico (CE)	0.35	0.33	0.55	-3,96 %
Intensidade Carbónica (IC)	15.92	15.92	14.47	-9,99 %